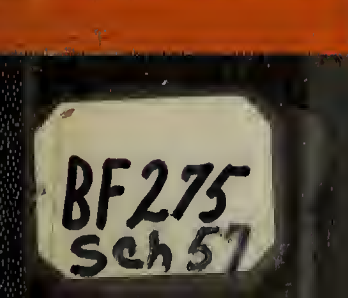
VERSUCHE UBER TAKTILE SCHEINBEREGUNG
BEI VARIATION PHANOMENALER BEDINGUNGEN

Von
Hans Joachim Schnehage



Schnehage, H. J. Versuche über takile Scheinbewegung bei Variation phanomenaler Bedingungen. (Studies of apparent tactual movement under varying phenomenal conditions.) Arch. ges. Psychol., 1939, 104, 175-228. -- 14 normal and 8 blind subjects took part in the experiments, which were based on nearly simultaneous stimulation of two places on the skin. The places were different parts of the body, such as the two thumbs, hands, etc. Locality of stimulation, visibility, and rate of stimulation were among the variables. The principal method involved rhythmical alternating stimulation. Excep for less extensive introspection, the blind subjects behaved as did the others. It was virtually impossible for any subject to abstract the sensations from his fixed impression of one stimulus following a preconceived path, regardless of the physical actualities.--H.D. Spoerl (American International College).
2844.



(Aus dem Psychologischen Institut der Universität Frankfurt am Main)

Versuche über taktile Scheinbewegung bei Variation phänomenaler Bedingungen[1]

Von

Hans Joachim Schnehage

(Mit 2 Figuren im Text)

A. Hinführung auf das Problem

Bei strenger Durchführung des konkreten psychophysischen Parallelismus muß man annehmen, daß der anschaulichen Größe einer Wahrnehmung eine bestimmte — in funktionellen und nicht in geometrischen Koordinaten zu messende — Größe des psychophysischen Korrelats entspricht. D. h. daß alle gleich groß erscheinenden Gegenstände — mögen ihnen auch verschieden große Ausdehnungen auf der Reizfläche zukommen — „gleichgroße" physiologische Korrelate besitzen, während trotz gleicher Reizgrößen verschieden große Phänomene verschieden ausgedehnte Korrelate haben müssen.

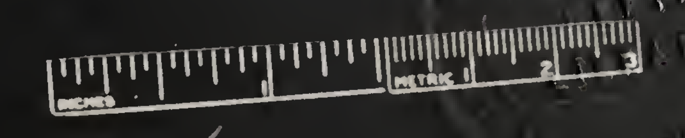
In den letzten Jahren erhielt diese Hypothese nach den verschiedensten Seiten ihr experimentelles Fundament. Ansatz für die Untersuchungen lieferte die Tatsache, daß die Abstände auf der Reizfläche mit den anschaulichen Abstandsverhältnissen nicht fest gekoppelt sind, sondern daß die Möglichkeit besteht, beide voneinander unabhängig zu variieren.

Den ersten Beleg lieferte JACOBS[2]). JACOBS stellte fest, daß die Schwelle

[1]) Dissertation der Naturwissenschaftlichen Fakultät Frankfurt a. M. — Für den Hinweis auf das Thema, für Rat und Beistand während der Versuche danke ich Herrn Prof. Dr. WOLFGANG METZGER. Ebenfalls bin ich dem Leiter der Blindenanstalt der Polytechnischen Gesellschaft zu Frankfurt am Main, Herrn Direktor WÖRNER, für seine vielfachen Bemühungen um das Zustandekommen der Versuchsstunden dankbar.

Die Untersuchungen wurden 1935/36 teils im psychologischen Institut der Universität, teils in der Blindenanstalt zu Frankfurt am Main durchgeführt. Allen Versuchspersonen für ihre Mitarbeit meinen besten Dank.

[2]) S. Lit.-Verz. 6.



Archive für die
Gesamte Psychologie
104 Band 1 u 2 Heft

für Helligkeitsunterschiede im strengen Simultanvergleich durchaus vom anschaulichen Abstand der Reizflächen und nicht vom retinalen Abstand abhängig ist. Die Schwelle wächst trotz gleichbleibender Netzhautverhältnisse mit dem anschaulichen Abstand. Andrerseits bleibt sie sich mit dem konstant gebliebenen anschaulichen Abstand bei veränderten retinalen Verhältnissen gleich.

Die Erklärung dieser Beobachtungen aus versuchstechnischen Schwierigkeiten, etwa aus abnehmender Aufmerksamkeits-Konzentration, die durch die Versuche von JACOBS nicht zu widerlegen war, besitzt für eine erneute Untersuchung der Rolle des phänomenalen Abstandes keine Geltung. OGASAWARA[1]), der Abstandsvariationen an optischer Scheinbewegung durchführte, konnte nachweisen, daß der von KORTE[2]) gefundene Einfluß des Abstandes auf die Zwischenzeit der Reize beim Zustandekommen stroboskopischer Bewegung weder von der Variation des objektiven, noch von der des retinalen, sondern nur von der des anschaulichen Abstandes herrührt. Er schlug vor, das diesbezügliche KORTEsche Gesetz dementsprechend genauer zu fassen.

Nun bleibt innerhalb der Fragestellung nach der funktionellen Wirkung anschaulicher Abstandsverhältnisse gegen die optischen Versuche[3]) der Einwand unerwidert, daß beim Zustandekommen des Phänomens die Beobachtungsentfernung nicht unbeteiligt sei. Tatsächlich konnten V. D. WAALS und ROELOFS[4]) einen bedeutenden Einfluß der Beobachtungsentfernung beim Zustandekommen optischer Scheinbewegung nachweisen. Dieser Einwand ist auf taktil-motorischem Wahrnehmungsgebiet gegenstandslos. Deshalb wurde die Untersuchung jetzt auch auf diesem Wahrnehmungsgebiet unternommen.

MADLUNG[5]) konnte zeigen, daß die Anziehungsrichtung und -stärke zweier Hautberührungen, wenn beide Reize auf anatomisch weit entfernten, aber phänomenal benachbarten Stellen der Körperoberfläche gesetzt werden, sich ausschließlich nach den anschaulichen Lagebeziehungen richtet. Seine Versuche ließen gewisse Folgerungen für die Theorie der taktilen Raumwahrnehmung zu.

Bei der theoretischen Bedeutsamkeit dieser Beobachtungen schien eine erneute Untersuchung der Frage nach der funktionalen Bedeutung des anschaulichen Abstandes erforderlich. In dieser Arbeit wurde die Frage nochmals an stroboskopischer Bewegung untersucht, und zwar deshalb, weil gerade sie von jeher wichtige Belege für den psychophysischen Ansatz geliefert hat.

Nach BENUSSIS[6]) Befunden ist taktile Scheinbewegung nicht nur bei Reizung zweier auf *einem* Arm, *einem* Bein oder dem

---

[1]) Vgl. Lit.-Verz. 13.

[2]) Vgl. Lit.-Verz. 9.

[3]) Nach Abschluß dieser Arbeit liegt eine Untersuchung von SPIEGEL (vgl. Lit.-Verz. 16) auf optischem Wahrnehmungsgebiet vor, die in bezug auf unsere Fragestellung zu gleichen Ergebnissen gekommen ist.

[4]) Vgl. Lit.-Verz. 17; Zsch. f. Psychol. **114**, 271.

[5]) Vgl. Lit.-Verz. 10.

[6]) Vgl. Lit.-Verz. 2 S. 92 f.



Rücken liegenden Punkte möglich, sondern auch dann, wenn die Reize auf „verschiedenen“ Körperteilen, wie etwa den beiden Händen einer Vp. lokalisiert sind[1]). Er wußte bereits, daß sich zwischen den Fingerspitzen beider Hände Scheinbewegung erwecken läßt, daß bei maximaler Abduktion der Hände bei manchen Vpn. die Bewegung zerstört ist, sich jedoch sofort wieder einstellt, wenn die Hände einander angenähert werden. Benussi wies im Hinblick auf diese Beobachtung schon auf die Bedeutung des „phänomenalen Aspektes“ für die Konstitution der Scheinbewegung hin. Er macht die Möglichkeit der Scheinbewegung von der „Lokalisation“ abhängig: Scheinbewegung kommt zustande, wenn die Lokalisation eine „einheitliche Auffassung ... der Eindrücke“ gestattet, andernfalls habe die Vp. Zweiheitseindruck. Es ist anschaulich recht wohl verständlich, was mit dieser „einheitlichen Auffassung“ gemeint ist; jedoch ist von den anatomisch-physiologischen Verhältnissen aus nicht ohne weiteres einzusehen, warum bei gleichen Berührungspunkten einmal einheitliche Auffassung möglich, ein anderes Mal unmöglich sein soll. Diese Frage führt geradenwegs auf die nach dem taktilmotorischen Anschauungsraum. Doch davon soll später gehandelt werden.

Die *ursprüngliche Aufgabe* dieser Untersuchung war es nun, nochmals die funktionale Wirksamkeit rein *anschaulicher* — also nicht anatomischer — Abstandsvariation zu untersuchen, und zwar an der taktilen Scheinbewegung. Der Verlauf der Untersuchung brachte eine Erweiterung bzw. Abänderung dieser Aufgabe in zweierlei Hinsicht:

Erstens ergab sich ganz von selbst die Gelegenheit, auch den Einfluß anderer Änderungen rein anschaulicher Bedingungen zu prüfen: nämlich a) der gegenseitigen Orientierung der getroffenen Hautflächen und b) der Ausfüllung des Bereiches in der Luftlinie *zwischen* den gereizten Hautstellen.

Zweitens mußte für die Untersuchung geburtsblinder Vpn. die Frage nach der Bewegung und ihrer Bahn durch die Frage nach der „Einheit“ oder „Zweiheit“ des berührenden „Etwas“ ersetzt werden[2]). Für die uns allein interessierende theoretische Frage nach dem funktionalen Einfluß anschaulicher Abstände ist aber dieses Kriterium genau so gut brauchbar wie das zunächst verwendete.

---

[1]) Galli entdeckte dieses Phänomen wieder. Vgl. Lit.-Verz. 4 S. 161.

[2]) Vgl. § 37.



B. Erster Hauptteil: Qualitative Analyse der taktilen Scheinbewegung

Kapitel I: Technische Vorversuche zur Einübung und Sicherung dauernd gleicher Schlagstärken und -rhythmen. Angaben über die Vpn. und ihre Einstellung während der Versuche

§ 1. Um frei von einer die Variationsmöglichkeiten einengenden Versuchsapparatur zu sein, wurden die Reize im freien Schlagverfahren mit zwei kleinen Holzhämmerchen appliziert.

Die Hämmerchen, die auch bei den späteren Versuchen immer verwendet wurden, bestanden aus einem Stiel von Bambusrohr, auf den eine kleine Holzkugel von 18 mm Durchmeser aufgesetzt war. Die Länge eines Hammers betrug 18 cm, sein Gewicht 6,81 g. Mit diesen Holzhämmerchen berührte der Vl. durch leicht schlagende Bewegungen der Handgelenke abwechselnd in bestimmtem Rhythmus bestimmte Hautstellen der Vp.

Wie sich in Vorversuchen ergab, ist der Einfluß der Schlagstärke auf die uns interessierenden Erscheinungen so gering, daß nur absichtlich eingeführte Stärkeunterschiede in der Größenordnung ganzzahliger Vielfacher, und auch diese nur bei kritischen Verhältnissen in bezug auf Abstand und Frequenz, einen gewissen Einfluß haben können[1]). Die geringfügigen Abweichungen, die das freie Schlagverfahren mit sich bringt, konnten also ohne Sorge in Kauf genommen werden, um die nötige Freiheit in der Variation der Körperstellung und der Reizlage zu gewinnen.

Trotzdem wurde natürlich alles getan, um eine möglichst gleichmäßige Schlagstärke zu erzielen. Der Vl. übte sich im ein- und zweihändigen Schlagen nach allen möglichen Richtungen — abwärts, aufwärts, nach links und rechts — mit einer pneumatischen Vorrichtung, bei der die Schläge auf eine kleine Gummimembran ausgeführt und ihre Stärke von einer zweiten vermittels eines Hebels auf einer Rußwalze aufgezeichnet wurde. Dabei ergab sich erstens, daß die mittlere Schlagstärke etwa dem Stoß einer aus 11 cm Höhe herabfallenden Stahlkugel von 2 g entsprach; zweitens, daß der Schlag der rechten Hand im Mittel um etwa ein Viertel stärker war als der der linken. Da die Haupt-Versuche stets zweihändig ausgeführt wurden, ist diese Bedingung durch die ganzen Untersuchungen konstant. Im einzelnen kommen innerhalb kürzerer Schlagfolgen Abweichungen der Ausschläge bis 50% des Mittels vor, die aber nicht nur von der Schlagstärke, sondern in erheblichem Maße von den unvermeidlich kleinen Abweichungen der getroffenen Stellen von der Membranmitte herrühren — das Prüfungsergebnis sieht also viel zu ungünstig aus — aber selbst ohne die dadurch nötige Korrektur wäre die Gleichmäßigkeit der Schlagstärke für unsere Zwecke völlig ausreichend.

Mit der Frequenz verhält es sich ähnlich: Merkliche Wirkungen sind nur bei Änderungen auf das Doppelte oder mindestens 1,5-fache zu erwarten[2]).

---

[1]) Vgl. auch unten § 8 und § 21 a.

[2]) Vgl. § 14.

Die Frequenz war in den Versuchen mit Sehenden durch abwechselnd aufleuchtende Lämpchen festgelegt, die nur der Versuchsleiter sah. In den Versuchen mit Blinden, bei denen diese Einrichtung nicht verfügbar war, wurden die Frequenzen durch ein Metronom zwischen den Schlagfolgen laufend kontrolliert. Das Metronom durfte während der Darbietung nicht zu hören sein[2]. In besonderen Versuchen mit den fünf verwendeten Frequenzen, von 75, 110, 150 und 300 Schlägen pro Minute (x/Min.), ergab die Kontrolle auch nach Schlagfolgen, deren Länge ein Vielfaches der tatsächlich benutzten betrug, keine merkliche Abweichung vom Metronom.

§ 2. Systematische Untersuchungen wurden mit 14 Vpn. durchgeführt. Sechs davon konnten sehen. Von den sehenden Vpn. waren drei psychologisch vorgebildet. Darüber hinaus wurden gelegentliche Versuche mit zahlreichen anderen Vpn. durchgeführt.

Ferner standen uns acht Blinde zur Verfügung, die beruflich mit den in Blindenanstalten üblichen Arbeiten, wie Korb- und Stuhlflechten, Bürstenmachen, Maschinenstricken und Klavierstimmen beschäftigt waren. Ihr Alter lag zwischen 24 und 41 Jahren. Für vier von diesen Blinden ist die Geburtsblindheit aktenmäßig festgestellt und durch sie selbst bestätigt. Alle Geburtsblinden waren ohne Lichtschimmer. Von den später Erblindeten — sie verloren das Augenlicht zwischen dem ersten und vierzehnten Lebensjahr — konnte nur eine Vp. Lichtschimmer wahrnehmen, und auch das nur, wenn sie von einem Scheinwerfer angestrahlt wurde; Finger konnte sie nicht erkennen.

§ 3. Zur Art der Durchführung der Versuche ist noch zu bemerken: Soweit nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist, war der Vp. aufgetragen, sich kritisch zu verhalten. Es war uns lieber, etwas dürftigere, dafür aber suggestionsfreie Protokolle zu erhalten. Die Aufmerksamkeit der Vpn. war daher spontan zunächst auf die beiden Berührungsstellen gerichtet, und wurde erst durch die dort sich abspielenden Vorgänge in den Raum zwischen den Berührungen gelenkt. Innerhalb des Grenzbereiches (s. u. § 12) schienen sich die Bewegungserscheinungen deutlicher auszubilden, wenn die Vpn. ihre Aufmerksamkeit auf das Feld zwischen den Berührungen richteten. Doch hielten wir, um durchaus einheitliche subjektive Bedingungen zu haben, unsere Vpn. in allen Versuchen an, ihre Aufmerksamkeit nicht in das Zwischenfeld, sondern auf die Berührungspunkte zu lenken.

---

[1] Vgl. § 9.



Kapitel II. Zur Phänomenologie taktiler Scheinbewegung bei Sehenden

§ 4. Wenn man einer Vp. bei geschlossenen Augen die Daumenballen der einander in Abstand von 30 cm zugekehrten Hände mit zwei Hämmerchen abwechselnd rhythmisch in der Frequenz von 150 Schlägen in der Minute, d. h. mit einer Zeitspanne t = 0,4 sec von Beginn der ersten bis zum Beginn der zweiten Reizung gemessen, leicht schlagend berührt, so sagt die Vp. auf die Frage, was sie erlebt habe, spontan aus, daß sich zwischen den berührten Stellen etwas rasch hin und her bewege. Die Vp. vermag dieses „Etwas" nicht näher zu kennzeichnen. Wohl aber kann sie genaue Angaben über die Bahn machen, auf der sich dieses „Etwas" bewegt. Die Bewegungsbahn habe deutlich die Form eines Bogens; der Bogen sei etwa 10 cm hoch und wölbe sich parallel zur Front der Vp. nach oben.

§ 5. 1. Bitten wir nun unsere Vp. während eines solchen Versuches, sie möge sich *vorstellen*, daß der Vl. ihre Hände mit *zwei* Hämmerchen berühre, so erfahren wir, daß sie es nicht kann: Wohl sei der Bogen im Ganzen etwas undeutlicher geworden, es sei aber eben doch nur *ein* „Gegenstand", der da hin und her pendele.

2. Fordern wir die Vp. auf, die Augen zu öffnen und den Bogen zu beobachten, so wird sie feststellen, daß der eben noch so deutliche Bogen im Augenblick des Augenöffnens verschwunden ist. Die Vp. wird sofort den Eindruck von zwei voneinander unabhängigen Berührungen haben. Erst wenn sie die Augen wieder schließt, wird wieder *ein* „Etwas" auf einer Bogenlinie hin und her schießen.

3. Läßt man die Vp. ihre Augen öffnen, nachdem man ihre Hände und die des Vl. durch einen Schirm der Beobachtung entzogen hat, so wird die Vp. Einheitseindruck im Sinne von Satz 1, wenn auch bei weitaus undeutlicherer Bogenbahn, feststellen können.

4. Verdeckt man die Hände der Vp. und die des Vl. durch je einen Schirm, aber so, daß der Zwischenraum zwischen den Schirmen, der von der Scheinbewegung durchlaufen werden muß, der Beobachtung zugänglich ist, so bleibt der *Einheitseindruck* trotzdem bei allen Vpn. *bestehen*. Jedoch kommt es nicht mehr zur Ausbildung einer Bewegungsbahn. In den beiden letzten Versuchen kommt es darauf an, daß die sich bewegenden Hände des Vl. nicht von den Vpn. gesehen werden, wenn sie einen



deutlichen Einheitseindruck haben sollen. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so kommt nur noch bei sehr geübten Vpn. bisweilen ein Einheitseindruck zustande.

§ 6. Wir sagen nunmehr der Vp., daß die Form der Bahn rein subjektiv und veränderlich sei. Sie möge während der nächsten Versuche sich eine Bewegungsbahn von anderer Form *vorstellen.* Es fällt der Vp. meist nicht schwer, sich eine solche Kurve recht anschaulich *vorzustellen;* doch wird die tatsächlich durchlaufene Bewegungsbahn mit der vorgestellten Kurve *nicht* zusammenfallen.



Fig. 1

Einigen psychologisch geschulten Vpn. gelang es, die Höhe des Bogens um höchstens 5 cm zu vergrößern. Jedoch wurde dabei die Bewegungsbahn zusehends verschwommener (s. Fig. 1). Es zeigte sich *eine Tendenz der Bewegung, in die ursprüngliche Bahn zurückkehren.* Eine solche willkürliche Veränderung der Bewegungsbahn gelang keiner unserer ungeschulten Vpn. Eine Verkleinerung der Höhe des Bogens war auch den psychologisch geschulten Vpn. unmöglich. — Ferner gelang keiner unserer Vpn. eine *Drehung der Ebene,* in welcher sich die Bogenbewegung vollzieht, etwa so, daß die Ebene aus der frontalparallelen Orientierung zur Vp. von dieser abgewandt oder ihr zugeneigt wäre; und völlig unmöglich ist es, die Bewegung in irgendeine willkürliche, etwa einen Winkel oder eine Schleife bildende Bahn zu zwingen.

§ 7. Inzwischen wird unsere Vp. die Beobachtung gemacht haben, daß sie jetzt, nach diesen mannigfaltigen Versuchen, den Bogen noch deutlicher gegenwärtig hat, als zu Beginn der Sitzung: Er scheint noch greifbarer geworden zu sein. Auch kommt das Phänomen jetzt schneller zustande als zu Anfang der Versuchsstunde: Während dort immer erst drei bis vier Doppelberührungen stattfinden mußten, ehe die Vp. den Bogen deutlich vor sich hatte, nimmt sie ihn jetzt schon nach der ersten Doppelberührung wahr.

§ 8. Verändert man die Qualität der Schläge, in dem man die Vp. vielleicht rechts stärker und links leichter oder auch



rechts an dem Daumenballen und links auf einem Knöchel berührt, so wird der Einheitseindruck nicht gestört. Selbst gröbere Unregelmäßigkeiten in der Qualität der Schläge vermögen den Einheitseindruck unserer Vp. nicht zu zerstören; doch *scheint* es so, als ob Gleichmäßigkeit der Schläge die Ausbildung der Scheinbewegung etwas fördere. Dies besonders bei einem solchen Verhältnis zwischen dem Abstand der Hände und der Frequenz, bei dem die Erscheinungen labil werden. Davon wird später ausführlich berichtet werden.

§ 9. Akustische Eindrücke vermögen die Scheinbewegung stark zu beeinflussen, besonders, wenn es sich um rhythmisch dargebotene Reize handelt. Wir lassen unsere Berührungen von den Schlägen eines Metronoms begleiten. Stimmt der Rhythmus der akustisch gebotenen Reize mit demjenigen der taktil gegebenen überein, so wird die Ausbildung der Scheinbewegung bedeutend gefördert. Das auch in den Bereichen, in denen die Vp. in Zweifel gerät. Abweichende Rhythmen wirken behindernd, und zwar selbst dann, wenn sie von der Vp. nicht bemerkt werden.

Den Anlaß zu den Versuchen mit akustischen Begleit- oder Störungsrhythmen gab folgendes Vorkommnis: Bei einer unserer besten Vpn. war eines Tages auch bei günstiger Versuchsanordnung und guter Aufnahmefähigkeit der Vp. nur eine verschwommene, undeutliche Scheinbewegung zu beobachten. Als Ursache der Störung ließ sich der Rhythmus eines Geräusches feststellen, das durch Teppichklopfen hervorgerufen wurde. Und zwar war der Rhythmus des Geräusches gering von demjenigen, den wir mit unseren Berührungen gaben, verschieden. Die Scheinbewegung bildete wieder einen schönen Bogen, als das Teppichklopfen beendet war. Die Vp., die mit den schlechten Ergebnissen während dieses Versuches selbst unzufrieden war, hatte das Teppichklopfen überhaupt nicht bemerkt.

§ 10. Die Hände der Vp. werden nun im Abstand von 30 cm so auf den Tisch gelegt, daß die Handrücken flach auf der Tischplatte ruhen, die Handflächen also nach oben gerichtet sind. Berührt man nun wie zuvor die Daumenballen der Vp., so wird sie beobachten, daß der Bogen zwar bedeutend höher, aber nicht mehr so eindringlich wie beim Grundversuch ist. Der Bogen, der jetzt wohl noch deutlich ausgebildet ist, hat eine Höhe von 25 bis 30, gelegentlich bis 50 cm. Die hohen, stark gekrümmten Bögen sind nicht so beständig wie die niedrigen straffen bei „Grundstellung" der Hände (§ 6). Sämtliche sehenden Vpn., nicht nur die psychologisch geschulten, vermochten durch subjektive Einstellung ihre Höhe bis zu gewissem Grade zu verändern. Bei Extremstellungen der Hände, d. h. wenn die berührten Flächen



in einer Ebene nach oben oder nach unten gerichtet sind, kann keine Vp. willkürlich eine Vergrößerung der Höhe des Bogens erreichen, während jetzt eine Verkleinerung in geringem Grade gelingt. Einzelheiten enthält die folgende Zusammenstellung (Tabelle 1). Bei den betr. Versuchen wurde an Stelle des Daumenballens die Mitte der Handflächen berührt[1]).

Der Bogen wird wieder flacher und eindringlicher, wenn die Vp. langsam die Hände einander zudreht; aber auch, wenn die Handflächen einander parallel gegenüberstehen, ist die Bahn noch immer merklich nach oben gebogen, vorausgesetzt, daß ihr Abstand nicht sehr gering gewählt wird. Bei dem Abstand von 30 cm und der Berührung irgendeiner Stelle der Handfläche verläuft die Bewegung bei den meisten sehenden Vpn. dann auf einer geraden Linie, wenn die Handflächen nach unten gerichtet sind und einen Winkel von etwa 60° bilden.

Bei weiterer Drehung der Handflächen nach unten stellte manche Vp. einen Bogen nach unten fest, der aber stets auffallend flacher blieb als bei der entsprechenden Neigung der Handflächen nach oben. Manche Vpn. konnten einen Bogen nach unten überhaupt nicht beobachten.

Bei noch weiterer Drehung der Hände, wobei die Handflächen schließlich nach unten und dann nach außen gerichtet sind, ergibt sich eine Grenze, bei welcher der Bewegungseindruck verloren geht. Dasselbe geschieht bei der Bemühung, die nach oben gerichteten Hände weiter nach außen zu drehen.

§ 11. Hält die Vp. ihre Hände so, daß die Handflächen parallel zur Front der Vp., aber von ihr abgewandt in einer Ebene liegen, so läßt sich bei Berührung der Handflächenmitten beobachten, daß sich der Bogen von der Vp. fortwölbt, und zwar kulminiert er etwas höher als die Berührungsstellen liegen.

Auch bei der der Front der Vp. zugewandten senkrechten Stellung der Handflächen ist Bogenbewegung zu beobachten, wenn die Handflächen bei günstigem Abstand genügend weit vom Körper der Vp. entfernt sind. Der Bogen kulminiert meist wiederum etwas höher als die Wendepunkte der Bewegung gelegen sind.

Die Tendenz des Bogens nach oben zu streben zeigte sich auch, wenn die Handflächen der Vp. in einer Ebene nach der Seite gerichtet waren.

---

[1]) Näheres über die Versuchsanordnung vgl. § 48.



Tabelle 1

Die Orientierungsvariation und ihr Einfluß auf die Form der Bewegungsbahn

Abst. 30 cm, Freq. 150/Min. (t = 0,4 sec)

	Vp. Mho. sehend	Vp. Mor. sehend	Vp. Ra. sehend
I ↓ ↓	sehr hoher Bogen! nach oben gewölbt ca. 40 cm hoch Eh: Tunnelphänomen En: ca. 35 cm	sehr hoher Bogen! nach oben gewölbt ca. 40 cm hoch Eh: Tunnelphänomen En: ca. 85 cm	sehr hoher Bogen! nach oben gewölbt 35 bis 40 cm hoch Eh: Tunnelphänomen En: 30 cm
II 90° ↙ ↘	hoher Bogen! nach oben gewölbt ca. 30 cm hoch Eh: 35 cm En: geht nicht!	hoher Bogen! nach oben gewölbt ca. 30 cm hoch Eh: 35 cm En: 25 cm	hoher Bogen! nach oben gewölbt ca. 35 cm hoch Eh: Tunnelphänomen En: 30 cm
III ← →	flacher Bogen! nach oben gewölbt ca. 5 cm hoch Subjektiv nicht beeinflußbar!	flacher Bogen! nach oben gewölbt 5 bis 8 cm hoch Subjektiv nicht beeinflußbar!	flacher Bogen! nach oben gewölbt ca. 3 cm hoch Subjektiv nicht beeinflußbar!
IV ↖ ↗ 90°	ganz flacher Bogen! nach unten gewölbt ca. 3 cm hoch Eh: Tunnelphänomen En: geht nicht!	ganz flacher Bogen! nach unten gewölbt ca. 3 cm hoch Eh: Tunnelphänomen En: geht nicht!	ganz flacher Bogen! nach oben gewölbt (!) 1 bis 2 cm hoch Eh: Zweiheitseindruck En: ca. 1 cm
V ↑ ↑	flacher Bogen! nach unten gewölbt ca. 5 cm Eh: Zweiheitseindruck En: ca. 3 cm	flacher Bogen! nach unten gewölbt ca. 5 cm Eh: Tunnelphänomen En: ca. 3 cm	Zweiheitseindruck
90° ↗ ↖ VI und VII → ←	Bei allen Vpn. ausgesprochener Zweiheitseindruck		

Anmerkung zur Tabelle 1:

Eh = Subjektive Einstellung auf einen höheren Bogen.
En = Subjektive Einstellung auf einen niedrigeren Bogen.



§ 12. Unsere Vp. bekommt nun den Auftrag, den Abstand zwischen den einander parallel gegenüberstehenden Händen langsam zu vergrößern, bis die größte Armspanne erreicht ist. Sie wird feststellen, daß der Bogen zunächst einmal flacher und etwas straffer wird. Bei zunehmender Vergrößerung des Abstandes wird dann die Bewegung in ihrer Deutlichkeit zusehends nachlassen, und zwar wird der Bogen im Bereich seiner Kulmination undeutlich werden. Die Vp. sagt, daß sich das hin und her schießende „Etwas“ wie hinter einem Schleier oder durch Wolken bewege. In der Nähe der Berührungspunkte sei die Bewegungsbahn jedoch klar wie zuvor. Das Ganze sei immer noch deutlich zusammengehörig. Die Reststücke der Bahn muten an wie die „Schweife zweier Kometen“. Sie sind einander zugeneigt. Mit zunehmender Entfernung der Hände voneinander werden sie immer kürzer, der Zusammengehörigkeitseindruck ist nicht mehr zwingend, er scheint vielmehr von subjektiven Faktoren, wie Aufmerksamkeitsrichtung, Einstellung der Vp. auf Einheit oder Zweiheit und von der Vorstellung der Vp. abhängig zu sein: Die Bewegung befindet sich im „Grenzbereich“. Nimmt jetzt der Abstand zwischen den Händen weiter zu, so wird unsere Vp. melden, daß sie nunmehr von zwei getrennten Gegenständen berührt werde. Aber zunächst ist es noch, als hätten beide miteinander etwas zu tun. Das eine „Etwas“ verläßt den Punkt a in Richtung auf b. Es läßt sich einen Moment auf seiner Bahn verfolgen, entschwindet der Beobachtung, und unmittelbar danach trifft dann ein zweites „Etwas“ aus der Richtung a in b ein. Schon kurz vor dem Eintreffen ist das zweite „Etwas“ auf seiner Bahn bemerkbar. Die betreffenden Bahnstückchen sind unter bestimmten Bedingungen z. B. etwa 3—4 cm lang; sie sind einander zugeneigt. In diesem Stadium besteht ein *deutlicher* Zusammenhang der Berührungen nicht, aber sie sind aufeinander bezogen. Wir sprechen daher vom „Bezogenheits“-Bereich.

Bei weiterer Vergrößerung des Abstandes geht auch diese Bezogenheit verloren. Das eigentliche Zweiheitsstadium ist erreicht. Die anschaulich meist senkrechte Einfallsrichtung bleibt auch erhalten, wenn die Schläge *objektiv* schräg erfolgen, solange die Berührung nicht streifend wird. Sie scheint also unter diesen Bedingungen bevorzugt zu sein. Es gelingt jetzt der Vp. nicht mehr den Einheitseindruck willkürlich herzustellen: Sie fühlt



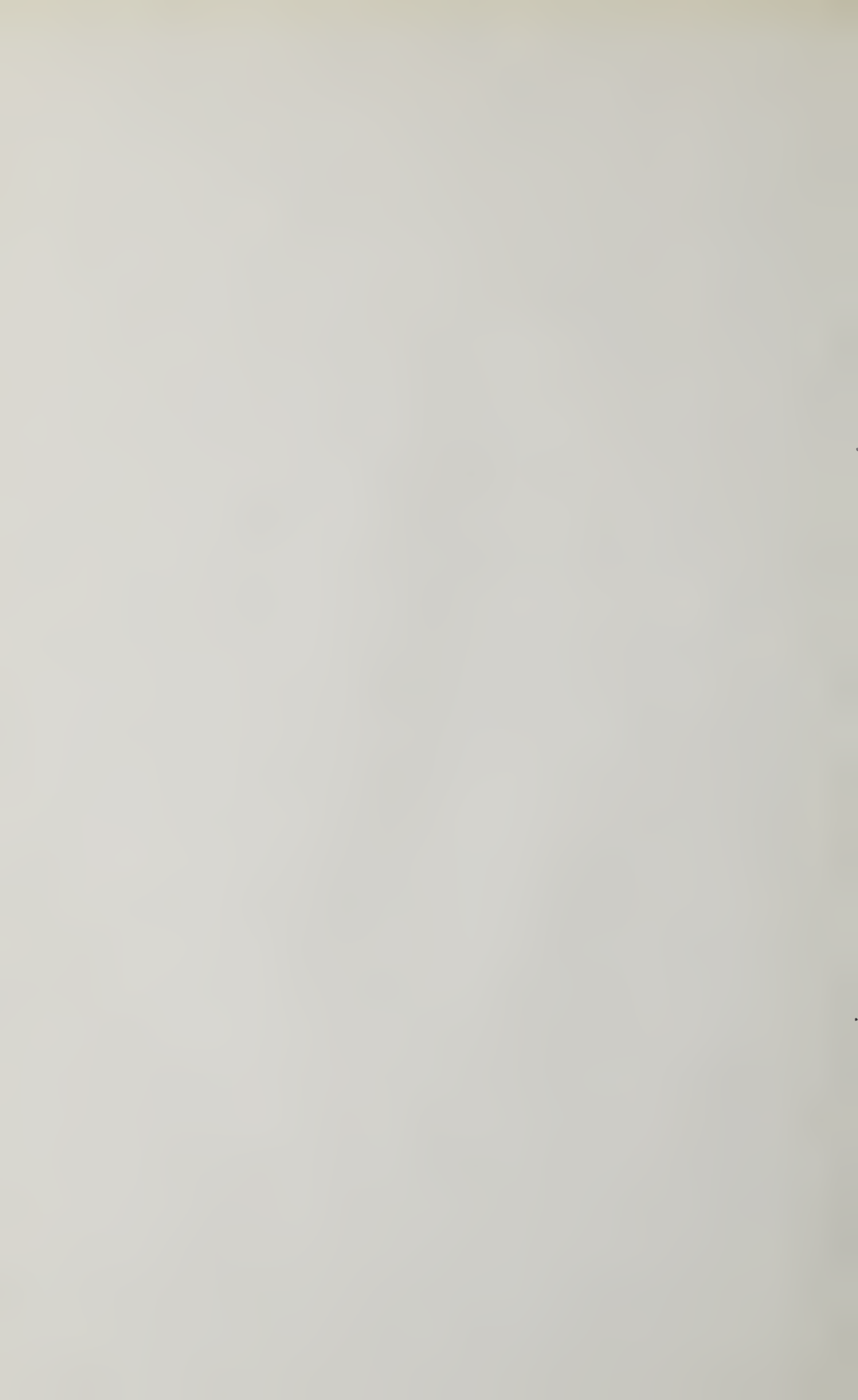
sich bei solchem Bemühen nach wie vor von zwei getrennten Gegenständen berührt.

Bei manchen unserer Vpn. wurde *dieses* Stadium bei der ursprünglich benutzten Frequenz von 150/Min. (t = 0,4 sec) auch bei maximal abduzierten Händen *nicht* erreicht. Bei ihnen scheint zunächst die Abstandsvariation überhaupt keine Wirkung zu haben. Diese Vermutung läßt sich aber durch die Wahl höherer Frequenzen widerlegen, bei welchen schließlich für jede Vp. eine Entfernung zu finden ist, jenseits derer sie keine taktile Scheinbewegung mehr beobachtet.

§ 13. Nähert man die Hände einander wieder, so stellt sich auch wieder der Einheitseindruck ein. Diesmal ist aber Zweiheitseindruck noch bei Abständen zu finden, bei denen beim allmählichen Auseinanderrücken der Hände in der ersten Hälfte des Versuchs noch durchgehende Scheinbewegung aufgetreten war. Die vorangegangenen Darbietungen üben also zweifellos auf die nachfolgenden Versuche eine Nachwirkung im Sinne einer „objektiven Einstellung“ aus. Die Wirksamkeit dieses Faktors ist natürlich auch beim umgekehrten Vorgehen anzunehmen.

§ 14. Wir variieren nun die *Frequenz*, die bisher stets 150/Min. (t = 0,4 sec) betragen hatte. Und zwar wählen wir dazu einen Abstand der Hände von 50 cm, der in den vorangegangenen Versuchen bei sämtlichen Vpn. durchgehende Bewegung ergeben hatte.

Wird bei diesem Abstand von 50 cm die Frequenz verdoppelt — sie beträgt jetzt also 300/Min. (t = 0,2 sec) — so wird die Bewegung undeutlicher, und wenn sie noch durchgeht, ihre Bahn flacher. Die Bewegung tritt in den „Grenzbereich“ ein. Vergrößern wir die Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge der Berührungen um ein weiteres — die Frequenz soll jetzt 450/Min. (t = 0,13 sec) sein — so stellt die Vp. mit Sicherheit Zweiheitseindruck fest. Bei Verlangsamung der Geschwindigkeit der abwechselnden Berührungen bildet sich wieder Scheinbewegung aus. Für eine beispielshalber herausgegriffene Vp. ist sie bei dem Abstand der Hände von 50 cm und der Frequenz von 110/Min. (t = 0,55 sec) am besten. Verlangsamt man das Tempo weiter, so läßt zunächst die Straffheit der Bewegung nach. Die Bewegungsbahn wird höher, zugleich wieder verwaschener und beeinflußbarer. Gleichzeitig verlagert sich das Schwergewicht des Phänomens: Während im Optimalstadium die Bewegungs*bahn* spontan die Aufmerksamkeit der Vp. auf sich lenkte und die



Hautstellen, in denen die Vp. sich berührt fühlte, als Umkehrpunkte der Bewegung nur wenig Beachtung fanden, springen *diese* nun auf einmal deutlich hervor. Sie erscheinen als auffallende Grenzen eines allerdings noch immer einheitlichen Prozesses. Mit fortschreitender Abnahme der Frequenz treten sie als scharf akzentuierte Berührungen auf. Gehen wir noch unter die Frequenz von 75 Schlägen je Minute (t = 0,8 sec), so zerfließt das Phänomen immer mehr. Eine klare *untere* Frequenzgrenze für den Einheitseindruck *besteht aber nicht*[1]).

§ 15. Wenn der Abstand der Reize variiert wird (§ 12), machen unsere Vpn. spontan Aussagen über die Geschwindigkeit der Scheinbewegung und deren Veränderung mit zunehmender Entfernung der Berührungsstellen voneinander. Es schien zunächst, als ob mit zunehmender Vergrößerung des Abstandes bei gut ausgebildeter Bewegung die Geschwindigkeit sich beschleunige und bei Verringerung sich verlangsame. Doch treten im Grenzbereich unter den gleichen Versuchsbedingungen die erstaunlichsten Geschwindigkeitsschwankungen bei ein und derselben Vp. auf. Denselben Expositionsverhältnissen entsprechen also nicht immer gleiche subjektive Geschwindigkeiten.

Die Frage nach den die anschauliche Geschwindigkeit der Scheinbewegung bedingenden Faktoren wurde nicht weiter untersucht, da sie für unsere Hauptfrage nicht von Bedeutung ist. Auffällige Schwankungen der anschaulichen Geschwindigkeit bei einer Vp. waren uns ein Anzeichen für den vollzogenen Eintritt in den Grenzbereich.

§ 16. Ausgesprochen störend für den Einheitseindruck ist es, wenn Teile des eigenen Körpers, also etwa der Kopf oder ein Knie der Vp., auf dem Wege zwischen den berührten Hautstellen liegen. Bei vielen Vpn. ist die rhythmisch abwechselnde Berührung der beiden Schultern, obgleich technisch durchaus gut ausführbar, nicht durch Scheinbewegung verbunden. Wir kommen darauf am Schluß der Arbeit zurück.

§ 17. Es ist für das Zustandekommen der Scheinbewegung *nicht* unbedingt nötig, daß *symmetrische* Körperstellen berührt werden. Es kommt wesentlich auf die Nähe und Orientierung der berührten Hautstellen an: Wird die Fingerspitze des ausgestrecken rechten Zeigefingers der Vp. im Abstand von 30 cm an der Innenseite des ausgestreckten linken Armes langsam vorbeigeführt, und berühren wir in der Frequenz von 150/Min. (t = 0,4 sec.) abwechselnd Fingerspitze und gegenüberliegende

---

[1]) Vgl. hierzu § 23 Nr. 6.



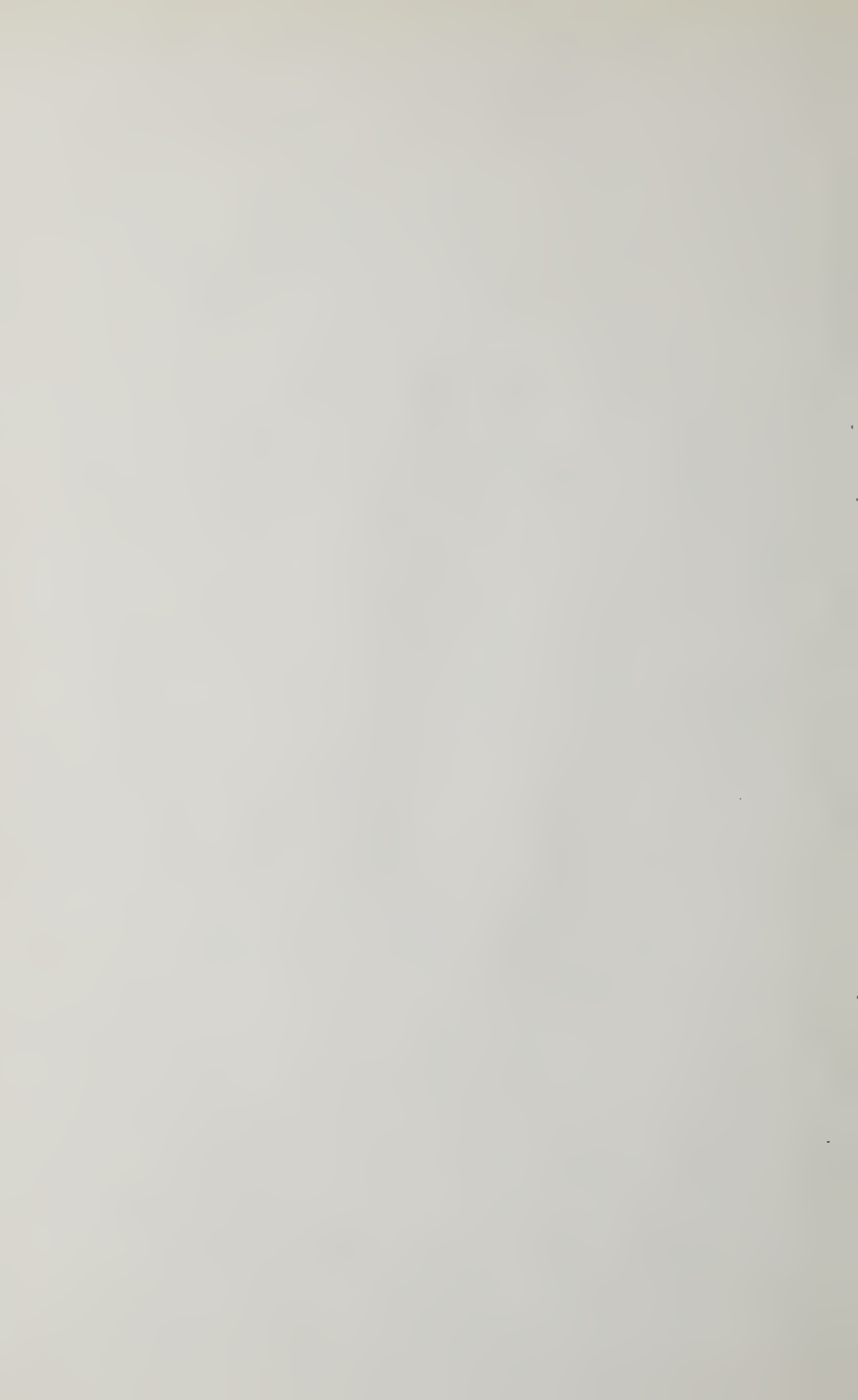
Hautstelle des Armes, so kann unsere Vp. während des ganzen Versuchsverlaufes schöne Scheinbewegung beobachten. Bei den Vpn., bei denen in der Schultergegend Scheinbewegung nicht zustande kam, läßt die Deutlichkeit des Phänomens auch bei diesem Versuch in der Nähe der Schulter nach. Ebenfalls läßt sich unter günstigen Bedingungen Scheinbewegung sehr deutlich zwischen Hand und übrigem Körper beobachten. Es ist für das Zustandekommen der Scheinbewegung durchaus nicht notwendig, daß die *Hände* oder wenigstens eine Hand der Vp. von den Berührungen getroffen wird. Taktile Scheinbewegung läßt sich ebenso zwischen den Beinen, den Knien, zwischen Stirn und Knien oder zwischen einem Fuß und dem Rumpf erzeugen. Wir benützten lediglich aus Gründen technischer Bequemlichkeit nur die Hände zur Entscheidung unserer Versuchsfragen. Zudem hat dieses Vorgehen den Vorteil, daß der anschauliche Abstand der Berührungen besonders gut zu variieren ist.

§ 18. Über den Einfluß von *Dauerbeobachtung* stellt bereits Benussi fest, daß diese für das Entstehen des Optimalstadiums taktiler Scheinbewegung zwar nicht notwendig, aber sehr förderlich ist. Im Grenzbereich hingegen treten dabei allerlei Schwankungen in Bezug auf Geschwindigkeit und Richtung, den Einheits- oder Zweiheitseindruck auf. In unseren Hauptversuchen, bei denen es uns gerade auf das Optimalstadium ankam, machten wir uns den Vorteil der Dauerbeobachtung zunutze, indem wir jeweils 3—4 Doppelberührungen gaben. Natürlich wurde bei den messenden Versuchen darauf geachtet, daß die Schlagzahl für sämtliche Expositionen dieselbe blieb.

§ 19. Die Wirkung der *Dauer der einzelnen Berührungen* haben wir nicht untersucht, weil diese mit der Frage unserer Arbeit nichts zu tun hat. Nach Berechnungen, die wir auf Grund der Kurvenbilder unserer oben geschilderten Schlagübungen anstellten, beträgt die Dauer der Berührung in unseren Versuchen etwa 0,07 bis 0,09 sec, also im Grundversuch 0,2 der Gesamtzeit t, bei der größten Frequenz 0,6 t, bei der geringsten 0,1 t.

Nach einigen Versuchen, die wir mit verschieden langen Darbietungszeiten unternahmen, scheinen lange Darbietungszeiten einen *ungünstigen* Einfluß auf das Zustandekommen der Bewegung zu haben[1]). Das kann *erstens* mit der Flüchtigkeit der

[1]) Vgl. hier auch Lit.-Verz. 4 S. 155 f.: „Ich mußte mich bei Anwendung der gleichen Zeitdauer sofort überzeugen, daß mit zu langen Reizungen kein befriedigendes Ergebnis zustande kam.“



taktilen Qualitäten, d. h. der raschen örtlichen Adaptation des Berührungssinnes zusammenhängen. Zu einer *zweiten* möglichen Annahme führen unsere Beobachtungen zur Phänomenologie des Gestoßenwerdens (§ 12, § 20, § 25). Der Stoß wird als etwas ausgesprochen von außen auf den Körper Zukommendes und ihn sogleich wieder Verlassendes erlebt. Es ist sehr wohl möglich, daß er aus dieser seiner Natur heraus für das taktile Scheinbewegungserlebnis förderlich ist. Nun ist aber der Charakter des Stoßes um so ausgeprägter, je kürzer, „schlagartiger" die Berührung ist. Bei längerer Berührung geht er verloren. Wie dem auch sei: Uns war allein maßgebend, daß bei der von uns gewählten kurzen Berührungsdauer Scheinbewegung in genügendem Maße von allen Vpn. wahrgenommen werden konnte.

§ 20. Wir stellen nun nochmals kurz die Faktoren zusammen, die die Form der Scheinbewegungsbahn, den Bogen, und seine Orientierung im Raum bestimmen:

1. Wie man annehmen muß, geschieht unter stroboskopischen Reizbedingungen der Übergang von der einen erregten Stelle zur anderen normalerweise möglichst auf dem kürzesten Wege, d. h. geradlinig.

2. Die scheinbare Einfallsrichtung einzelner kurzer Schläge stimmt vorzugsweise mit der Richtung des Lotes auf die getroffene Hautfläche überein, falls nicht aus anderer Quelle ein Richtungsindex vorhanden ist (vgl. § 12).

Das Zusammenwirken beider Faktoren zwingt die taktil wahrgenommene Bewegung meist in die Form eines Bogens. Dieser ist bei längerer Zeitspanne zwischen den Berührungen höher, nähert sich also an seinen Fußpunkten mehr dem Einfallslot (Faktor 2), bei kürzerer Zeitspanne dagegen ist er flacher, der Verbindungsgeraden ähnlicher (Faktor 1). Größere Unterschiede zwischen Lot und kürzestem Weg beeinträchtigen das Zustandekommen der Bewegung. Doch ist — besonders bei größeren Abständen — die genaue Übereinstimmung der beiden Richtungen meist nicht optimal infolge der Mitwirkung des dritten Faktors:

3. Die Bewegung zeigt eine Tendenz in größerer Höhe als die Berührungspunkte zu verlaufen. Nach unten gerichtete Bogenbahnen sind von vielen Vpn. nie wahrgenommen worden; bei denjenigen, die sie beobachten konnten, ließ dabei stets die Deutlichkeit der Bewegung nach. Es ist als ob der überspringende Prozeß einen gewissen „Auftrieb" besäße, oder als ob der an-



schauliche Raum weiter oben für solche Prozesse leichter durchdringbar wäre.

Man denkt zunächst daran, daß in diesen Versuchen die Hände auf dem Tisch lagen; die Tendenz nach oben könnte also damit zusammenhängen, daß oben der freie Raum war. Gegen diese Vermutung sprechen aber die Versuche, die in § 11 beschrieben worden sind. In einem dieser Versuche wurde die Bewegung auch beobachtet, wenn die Hände nach vorn angehoben waren. Der „freie Raum" war dabei vorn, die Bewegungsbahn aber trotzdem nach oben gebogen. Es scheint sich also um eine Eigentümlichkeit des anschaulichen Raumes zu handeln, die mit dem absoluten „Oben" und „Unten" zusammenhängt.

4. Als weiterer Faktor kommt u. U. die Beschaffenheit des Feldes hinzu, das die Scheinbewegung durchlaufen muß. Wie wir im siebenten Kapitel ausführlich zeigen können, werden manchmal Hindernisse von nicht allzu großer Ausdehnung umgangen.

Die genannten vier Faktoren genügen, um sämtliche beobachteten Bahnformen zu verstehen.

Kapitel III: Eine Gegenüberstellung taktiler und optischer Scheinbewegung.

1. Abschnitt: Die Bedingungen optischer und taktiler Scheinbewegung.

§ 21. Die Phänomene, die in den vorangegangenen Versuchen von allen Vpn. beobachtet werden konnten, stimmen mit den Erscheinungen der optischen stroboskopischen Bewegung weitgehend überein. Wir finden Übereinstimmung in folgenden *Bedingungen:*

a) Eine Beeinflussung der Bewegungsbahn durch psychische Faktoren ist im *optimalen* Bewegungsstadium hier wie dort unmöglich.

b) Bedeutungsvoll ist hier wie dort die Aufmerksamkeitsrichtung: Die Scheinbewegung wird deutlicher, wenn man die Aufmerksamkeit auf das Zwischengebiet richtet[1]).

c) Optimale stroboskopische Bewegung kommt hier wie dort nur bei bestimmten Verhältnissen zwischen dem räumlichen Abstand der Reizpunkte und der Pause zwischen den beiden Reizen zustande. — Von beiden Faktoren wird später genauer gehandelt.

d) Dagegen ist es von geringer Bedeutung, ob die beiden Berührungen nach Art (Härte, Rauhigkeit usw.) und Stärke gleich

---

[1]) Vgl. Lit.-Verz. 19 S. 204 ff.



oder verschieden sind, genau wie bei der optischen stroboskopischen Bewegung Unterschiede der Farbe, Lichtstärke oder Form der Reize die Ausbildung optimaler Bewegung nicht verhindern. Ein gewisser Einfluß solcher Unterschiede läßt sich bei beiden Sinnesgebieten nur im Grenzbereich zwischen durchgehender und dualer Bewegung nachweisen.

e) Ganz wie bei optischen Versuchen bewirkt öftere Beobachtung des Phänomens Wahrnehmung von Bewegung in Variationsbereichen, wo ohne Übung keine wahrgenommen worden wäre.

f) Ganz wie bei optischen Versuchen ist auch auf taktilem Gebiete ein erheblicher Einfluß der objektiven Einstellung festzustellen. Man wird es nicht als wesentlichen Unterschied buchen können, daß dieser Einfluß hier noch stärker ist als dort[1]).

g) Dauerbeobachtung begünstigt sowohl gesehene wie taktile stroboskopische Bewegung[2]).

h) Der Einfluß akustischer Rhythmen ist in beiden Gebieten derselbe, fördernd beim „Zusammenpassen", störend bei Unregelmäßigkeit und Abweichung[3]).

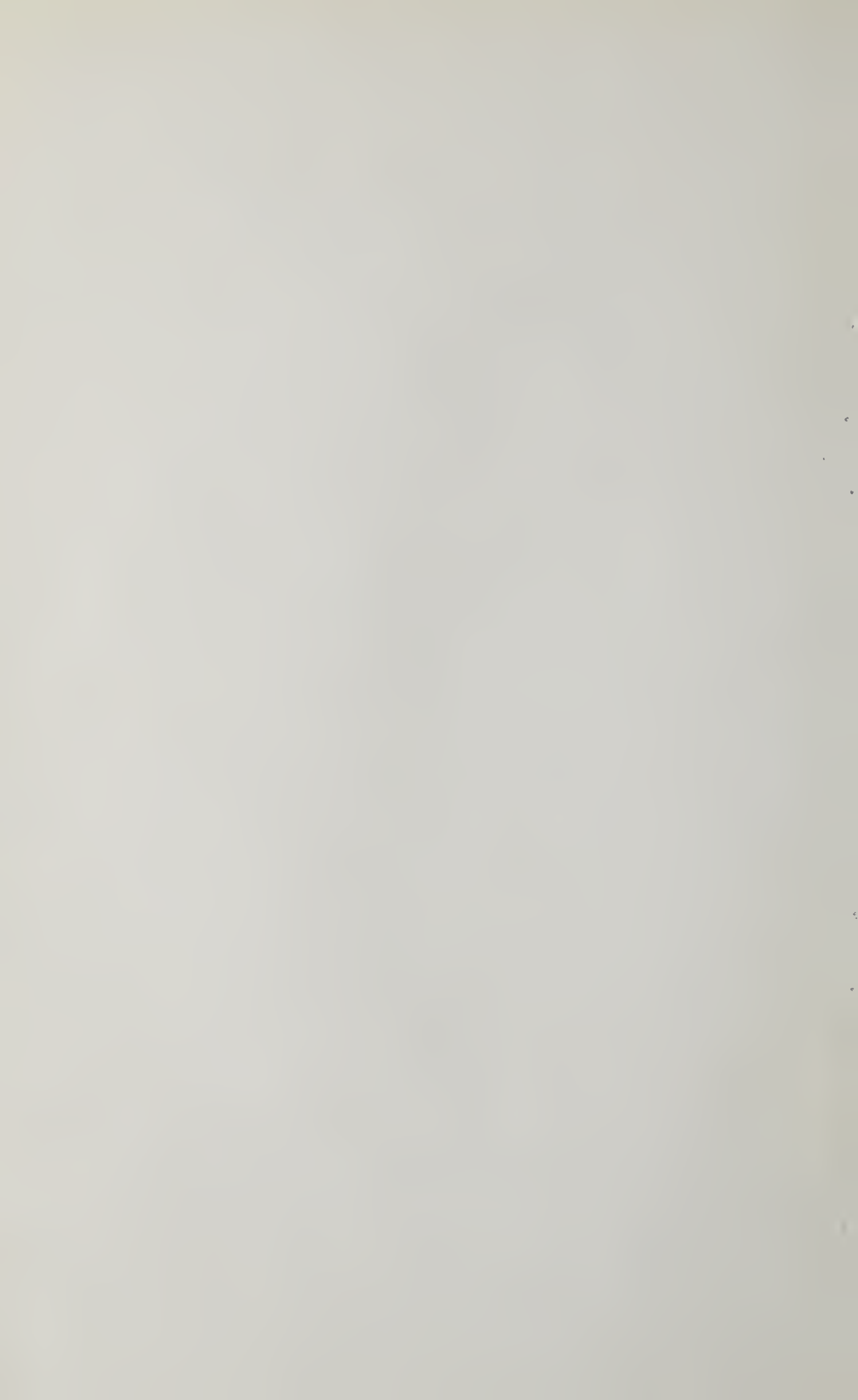
§ 22. Hinsichtlich ihrer Entstehungsbedingungen *unterscheiden* sich optische und taktile Scheinbewegung in zwei Punkten:

1. Wie man weiß[4]), sind für die Ausbildung optischer stroboskopischer Bewegung längere Expositionszeiten günstig. Ob tatsächlich, wie oben (§ 19) vermutet, die rasche Lokaladaptation des Berührungssinnes die Ursache ist, könnte auf zweierlei Weise geprüft werden: Erstens durch Darbietung langdauernder vibrierender Reizung, bei der keine Lokaladaptation stattfindet. Zweitens durch stroboskopische Reizung der Netzhautperipherie, die ebenfalls eine stark beschleunigte Lokaladaptation besitzt. Die Durchführung dieser Versuche lag außerhalb unseres Programmes.

2. Ferner hat die Abhängigkeit taktiler Scheinbewegung von der Orientierung der berührten Flächen im Optischen kein Analogon. Dies hängt aber mit dem Wesen der Berührung bzw. des Schlages als Empfindung im eigentlichen Sinne[5]) im Gegensatz zu dem Wahrnehmungscharakter des Gesehenen zusammen.

---

[1]) Hierzu vgl. Lit.-Verz. 19 S. 194.
[2]) Vgl. Lit.-Verz. 19 S. 196.
[3]) Vgl. Lit.-Verz. 15a und 20 S. 230, 238 ff.
[4]) Vgl. Lit.-Verz. 17; Zsch. f. Psychol. **114** S. 253.
[5]) Vgl. Lit.-Verz. 11 S. 18; auch diese Arbeit § 25.



2. Abschnitt: Vergleich der anschaulichen Gegebenheiten optischer und taktiler Scheinbewegung.

§ 23. Auch der anschauliche Charakter der Bewegungen stimmt in vielen Punkten überein:

Ganz im Einklang mit visueller stroboskopischer Bewegung lassen sich bei taktiler Scheinbewegung *Bewegungsstadien* feststellen.

1. Die „getrennten Berührungen" bei großer Frequenz (z. B. 300/Min.), bei Maximalabstand der Reize oder bei ungünstiger Orientierung der Hautflächen nähern sich der Erscheinung der „ruhigen Simultaneität" beim Sehen. Unter geeigneten Bedingungen ist selbstverständlich auch im taktilen Gebiet völlige Simultaneität zu erreichen.

2. Das Bewegungsstadium bei geringerem Abstand oder etwas langsamerer Schlagfolge oder bei günstigerer Orientierung der Hände entspricht dem unter analogen Bedingungen aus optischen Untersuchungen bekannten „Stadium der dualen Teilbewegung" bzw. der „Auftauch- und Erlöschbewegung"[1]). Innerhalb dieses Stadiums gibt es wie beim Sehen auch singuläre Teilbewegungen, die als einseitige Erlösch- oder Auftauchbewegung auftreten[2]). Die Wirksamkeit subjektiver Faktoren, wie Aufmerksamkeitsrichtung, Einstellung der Vp. auf Einheit oder Zweiheit und ihre Vorstellungen ist bei optischen wie bei taktilen Versuchen in diesem Stadium am stärksten.

3. In der durchgehenden Bewegung mit „verschleierter Mitte", die bei weiterem Abnehmen von Abstand oder Frequenz oder bei noch günstigerer Orientierung der berührten Hautflächen beobachtet wird, haben wir ein Analogon zum optischen Tunnelphänomen[3]).

4. Die durchgehende Bogenbewegung, die sich bei weiterer Verbesserung der Bedingungen einstellt, ist das taktile Gegenstück zum optimalen Bewegungsstadium auf optischem Gebiet

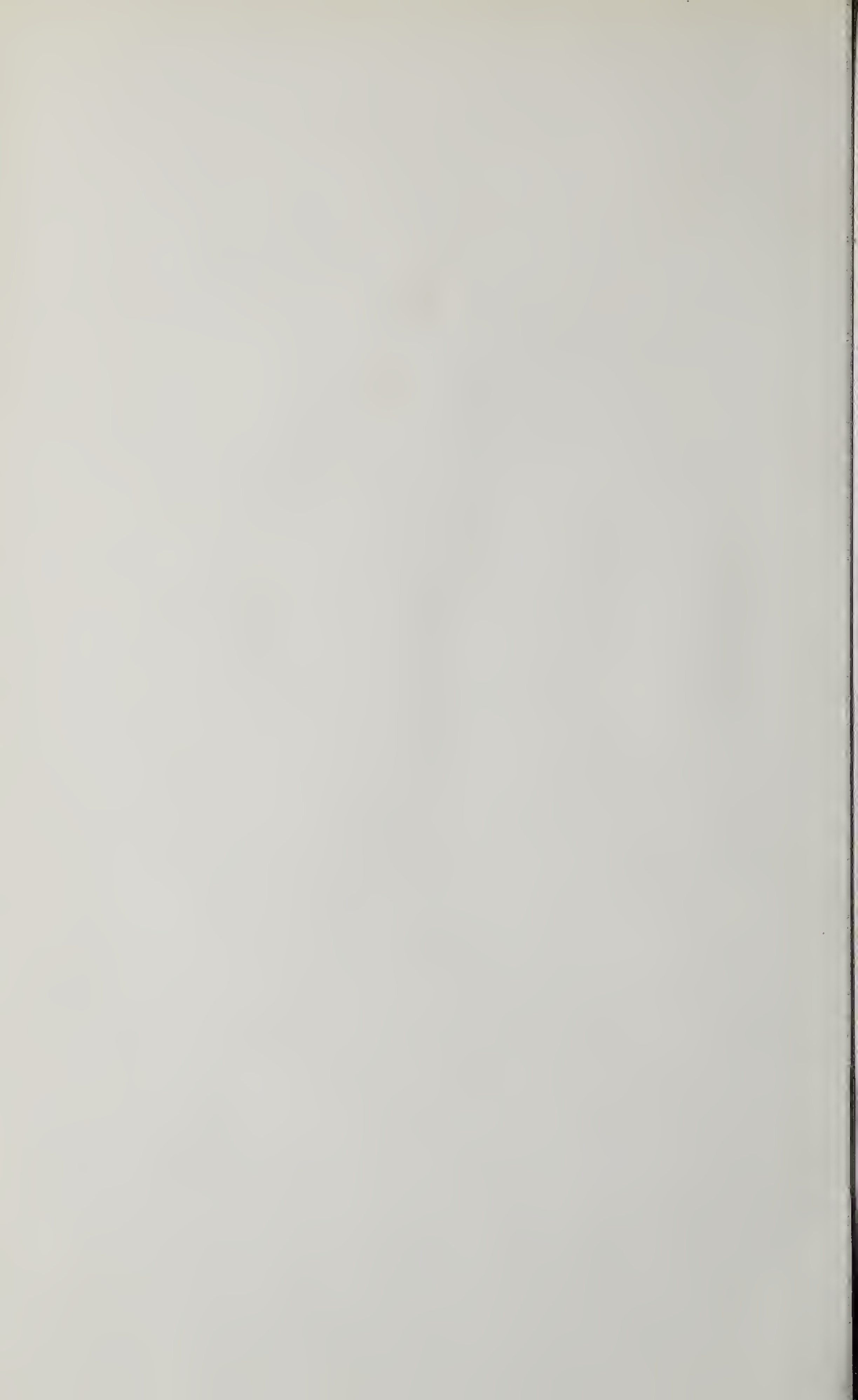
5. Wird bei konstanter relativ hoher Frequenz durch Annäherung der Berührungsreize überhaupt das optimale Stadium erreicht, so bleibt es bei weiterer Annäherung oder Verbesserung der Orientierung im allgemeinen erhalten; die Bewegung wird

---

[1]) Vgl. Lit.-Verz. 19 S. 190 und Lit.-Verz. 17 S. 255 f.

[2]) Die Gesetzmäßigkeiten dieses Phänomens wurden von uns nicht näher untersucht.

[3]) Vgl. Lit.-Verz. 19 S. 224.



nur noch eindringlicher, bleibt aber „reine Bewegung“ und geht nicht, wie bei analogen optischen Verhältnissen in das sogenannte „Idealstadium“ über, bei welchem während des Überganges auch Form und Qualität des bewegten Gebildes feststellbar ist[1]).

Benussi[2]) und später Neuhaus[3]) beobachteten bei dieser Bedingung ein scheinbares „Streifen und Gleiten“ des Berührungseindruckes von dem ersten zum zweiten gereizten Punkt. Jedoch handelt es sich hierbei um ein anscheinend sehr flüchtiges Phänomen, das nach Neuhaus nur von geschulten Vpn. und von diesen auch nur bei angespannter Aufmerksamkeit wahrgenommen wird.

Die Seltenheit, Flüchtigkeit und starke Subjekt-Abhängigkeit dieser Erscheinung der „Ideal-Bewegung“ ist *der erste und einzige auffallende Unterschied in den anschaulichen Eigenschaften* der taktilen und optischen stroboskopischen Bewegung. Denn beim *Sehen* von Bewegung kann man leicht Bedingungen herstellen, unter denen „Ideal-Bewegung“ von jeder beliebigen Vp. zwingend und ohne besondere subjektive Einstellung beobachtet wird (Kino). Wir gehen auf diesen Unterschied später ein und fahren zunächst in der Beschreibung der Stadien fort.

6. Wird bei großem Abstand der Hände durch Herabsetzung der Frequenz das Optimalstadium erreicht, so würde man bei weiterer Herabsetzung der Frequenz nach dem Vorbild der optischen Versuche den Übergang zum *Stadium reiner Sukzession* zweier nicht identischer Empfindungen erwarten. Tatsächlich aber wird nur allmählich die Bewegung flauer, und noch bei Pausen von einigen Sekunden hat man den Eindruck, dasselbe „Etwas“ sei einmal da, einmal dort gewesen. Den hier fehlenden Eindruck reiner Sukzession nicht identischer Empfindungen erhält man aber unter denselben objektiven Bedingungen ohne Schwierigkeiten, wenn man die Versuchsreihe mit geringen Frequenzen beginnt. Der zunächst auffallende Gegensatz zwischen optischer und taktiler Erscheinung ist also nur durch eine verstärkte Wirkung der objektiven Einstellung bedingt.

§ 24. Wir fassen zusammen: Die Hauptstadien optischer stroboskopischer Bewegung sind auch bei taktiler Scheinbewegung vorhanden und von einander zu unterscheiden. Ferner las-

[1]) Vgl. Lit.-Verz. 17; Zsch. f. Psychol. **114**, S. 257 ff.
[2]) Vgl. Lit.-Verz. 2 S. 88.
[3]) Vgl. Lit.-Verz. 12 S. 526.



sen sich sämtliche Stadien genau wie bei optischer Scheinbewegung auseinander entwickeln. Beim Zustandekommen der verschiedenen Stadien spielt zwar das Verhalten des Beobachters eine Rolle, aber im Gegensatz zu den Annahmen von Neuhaus durchaus im Rahmen der objektiven Reizverhältnisse. Bestimmt festgelegte Änderungen der Reizbedingungen von genügendem Ausmaß haben bei einigermaßen ruhig hinnehmendem Verhalten des Beobachters immer eine festumrissene Änderung des Bewegungsphänomens zur Folge. Zwar sind die charakteristischen Größen (des Abstandes, der Frequenz usw.) für jede Vp. etwas anders, aber ein und dieselbe Vp. kann bei gleichem Abstand, gleicher Frequenz, gleicher Dauer der Reize und gleicher Orientierung der Hautflächen gegeneinander nur in geringem Spielraum variierende Erscheinungen beobachten. Bei systematischer Variation der Versuchsbedingungen erfahren diese Erscheinungen ganz bestimmte, voraussagbare Abänderungen. Die Theorie der taktilen Scheinbewegung muß demnach in großen Teilen mit der der optischen stroboskopischen Bewegung zusammenfallen.

§ 25. Wie aber verhält es sich mit den Unterschieden des anschaulichen Charakters taktiler und optischer stroboskopischer Bewegung?

1. Das Fehlen einer *scharfen* Grenze zwischen Bewegung und ruhiger Sukzession bei taktiler stroboskopischer Bewegung wird man, wie gesagt, nicht als grundsätzlichen Unterschied auffassen können, da sich unter Umständen die gleiche Beobachtung auch bei gesehener Scheinbewegung machen läßt.

2. Das unterschiedliche Verhalten beider Bewegungen hinsichtlich ihrer Idealstadien bedarf jedoch einer eingehenden Erwägung. Wie wir bereits ausgeführt haben, ist das Idealstadium definiert als Stadium optimaler Bewegung eines identischen Gebildes, bei der eine „Qualitätsbeförderung" stattfindet[1]).

Nun ist unter u n s e r e n Versuchsbedingungen das Idealstadium taktiler Scheinbewegung, das durch Benussi und Neuhaus beschrieben worden ist, nicht zu beobachten. Der Grund ist schon in der Definition des Idealstadiums enthalten: Die Qualitäten, die im taktilen Versuch zu befördern wären, sind „Berührt-", „Gestoßen-", „Gestreift-", „Gedrücktwerden", also „Empfindungen" im eigentlichen Sinn, d. h. Einwirkungen auf

---

[1]) Von der Form des bewegten „Etwas" kann im taktilen Gebiet abgesehen werden. Es ist in unseren Versuchen ein „Punkt", der sich bewegt.



den anschaulichen Körper[1]). Diese Qualitäten können als solche nicht, wie gesehene Gebilde, vom Körper losgelöst im Außenraum erscheinen, es sei denn — wie das Tasten mit Stöcken, Sonden usw. beweist — daß eine starre Verbindung mit dem Körper, also eine „Gliedverlängerung" besteht. Es wird so verständlich, daß zum Entstehen des Idealstadiums taktiler Scheinbewegung beide Reize nahe beieinander auf ebener Hautfläche liegen müssen, denn nur dann verläuft die kürzeste Verbindung der beiden Berührungsstellen auf dem Körper.



Fig. 2

Pfeil: Natürliche Bewegungsrichtung ----: Richtung der Idealbewegung

Wie erklärt es sich aber, daß auch unter dieser Bedingung der „Qualitätstransport" bei taktiler Scheinbewegung sich nur als seltene, flüchtige und subjektiv stark beeinflußbare Erscheinung findet? Hierzu ist zweierlei zu sagen:

1. Entscheidend scheint die Wirksamkeit des im Optischen fehlenden Faktors der Orientierung der berührten Hautflächen zu sein: Es gehört zum Wesen der Berührung als Empfindung, daß der empfindende, also der berührte Körperteil mit in den Eindruck eingeht. Wie schon erwähnt (§ 12, 20), gibt es aber für den Eindruck der Berührung ein bevorzugtes Verhältnis zwischen „Berührendem" und „Berührtem", d. h. einen „natürlichen" Einfallswinkel, der in der Nähe von 90° liegt; die taktile Scheinbewegung als Übergangserscheinung zwischen zwei Berührungen ist infolgedessen um so mehr begünstigt, je mehr ihr Verlauf mit dieser natürlichen Einfallsrichtung übereinstimmt: Das stärkste und eindringlichste Scheinbewegungserlebnis hat man demnach, wenn die abwechselnde Berührung zwei einander parallel nahe gegenüberstehende Hautflächen trifft (Fig. 2a). Bei zwei nahe nebeneinanderliegenden Reizpunkten (b) dagegen ist dieser Faktor

[1]) Vgl. Lit.-Verz. 11 S. 18.



so ungünstig wie nur möglich angesetzt. Schon dieses würde genügen, um die Seltenheit taktiler „Idealbewegung“ zu erklären.

2. Dazu kommt, wenigstens falls unsere zweite Annahme im § 20 nicht zutrifft, noch ein zweiter beeinträchtigender Faktor, der im Optischen fehlt:

Wie Roelofs und van der Waals zeigen konnten, entsteht optische Idealbewegung nur bei Darbietungszeiten von genügend langer Dauer, die eine gute Durchbildung der gesehenen Gebilde ermöglichen. Wir haben bereits darauf hingewiesen, daß bei konstanter längerer Einwirkung von Berührungsreizen wegen der raschen Lokaladaptation im Gegenteil eine Verflüchtigung des Berührungseindruckes eintritt und infolgedessen auch eine des Bewegungsphänomens geradezu zu erwarten ist.

Es gibt genügend gewichtige sachliche Gründe, nach denen man eine völlige Übereinstimmung zwischen optischer und taktiler Scheinbewegung gar nicht erwarten darf. Aus einem Mißverständnis der üblichen Begriffsbestimmung optimaler gesehener Bewegung will Neuhaus[1]) bei taktiler Darbietung nur das „Gleiten und Streifen“, das zweifellos der Idealbewegung der holländischen Forscher entspricht, als Optimalbewegung gelten lassen. Neuhaus konstruiert aus den in diesem engen Bereich gefundenen Unterschieden eine grundsätzliche Verschiedenheit gesehener und taktiler stroboskopischer Bewegung. Seine Ansicht von der „rein psychischen Natur“ taktiler Scheinbewegung erscheint uns als eine Konstruktion, die wir nach allem auf den obigen Seiten Dargelegten als verfehlt betrachten müssen.

C. Zweiter Hauptteil: Systematische Variation einiger rein anschaulicher Faktoren

§ 26. Wie Burtt[2]) fand, gilt für taktile Scheinbewegung, die über einer kontinuierlichen Hautfläche erweckt wird, das dritte Kortesche Gesetz, nach dem die Zwischenzeit der Darbietung zweier Reize sich in demselben Sinn wie der räumliche Abstand ändern muß, wenn die stroboskopische Erscheinung konstant bleiben soll[3]).

Unsere bereits beschriebenen Versuche zeigen in Übereinstimmung mit Benussi, daß diese Beziehung zwischen den beiden genannten Faktoren auch dann gilt, wenn bei unverändert maximalem anatomischen Abstand (Daumenballen) in Folge einer verschiedenen Lagerung der berührten Glieder nur der anschauliche Abstand (der der objektiven Luftlinie analog ist) vari-

---

[1]) Vgl. Lit.-Verz. 12 S. 526.

[2]) Vgl. Lit.-Verz. 3.

[3]) Vgl. Lit.-Verz. 9.



iert. Der kritische Abstand entspricht also grundsätzlich nicht dem anatomischen auf der Reizfläche. Wegen der Bedeutung dieser Tatsache für die psychophysische Theorie haben wir sie systematisch untersucht.

Kapitel IV: Die Bedeutung des anschaulichen Abstandes bei verschiedenen Frequenzen. Versuche mit sehenden Vpn.

§ 27. Nach den Ergebnissen unserer Vorversuche ist es nicht zweckmäßig, die Abstände zwischen den Händen bei der quantitativen Untersuchung kontinuierlich wachsen zu lassen; Grenz- sowie Einstellungsmethode können wegen der starken Sättigungs- und Ermüdungserscheinungen, vor allem aber wegen der starken Wirkung der objektiven Einstellung nicht angewandt werden.

Es wurden daher sieben konstante Abstände in 28 Einstellungen (bei Vpn. mit sehr kurzen Armen 6 Abstände mit 24 Einstellungen) durchgeprüft, wobei jeder Abstand in einer Versuchsreihe viermal vorkam. Jede Versuchsreihe zerfiel in zwei Hälften. Die Reihenfolge der ersten Hälfte wurde durch das Los bestimmt. Die zweite Hälfte war die Umkehrung der ersten.

Es wurde darauf geachtet, daß bei allen Versuchen die Orientierung der berührten Hautflächen zueinander gleich blieb: Die Hände lagen stets bequem auf der Kleinfingerkante. Ebenfalls wurden bei allen Versuchen die gleichen Hautstellen — etwa in der Mitte des Daumenballens — berührt.

Bei allen Versuchen wurde mit den oben beschriebenen[1]) Hämmerchen gearbeitet. Die Schlagstärke und die Dauer der Berührungen blieben ebenfalls die gleichen und entsprachen denen der Vorversuche[2]).

Die Frequenz war in der ersten Versuchsreihe konstant 150/Min (t = 0,4 sec).

Damit Sättigungserscheinungen, deren Wirkung auf die Ausbildung der Scheinbewegung noch störender ist als diejenige der Ermüdung der Vp., ausgeschaltet wurden, haben wir das Versuchsprogramm einer jeden Sitzung möglichst abwechslungsreich für die Vp. gestaltet. Die Zwischenzeit zwischen den Hälften einer Versuchsreihe wurde mit anderen Versuchen, z. B. solchen über taktil-motorische Figurwahrnehmung[3]) oder der Demonstration des von Freyschen Anziehungsphänomens[4]) oder mit haptischem Streckenschätzen ausgefüllt. Bei Abgespanntheit oder merklicher Ermüdung der Vp. wurden

[1]) Vgl. § 1.
[2]) Vgl. § 1 und 19.
[3]) Vgl. Lit.-Verz. 1.
[4]) Vgl. Lit.-Verz. 10.



die Versuche abgebrochen. Sämtliche Versuche, auch die mit blinden Vpn., fanden in Vormittagsstunden statt. An einem Tage wurde nie mehr als eine Versuchsreihe durchgeführt. Die Dauer einer Sitzung betrug höchstens eine halbe Stunde.

Der einzelne Versuch spielt sich folgendermaßen ab: Die Vp., die gegenüber vom Vl. an einem Tisch Platz genommen hat, ist mit dem Phänomen durch Vorversuche bekannt. Der Vl. legt ihre einander zugekehrten Hände — die Handflächen ruhen einander ungefähr parallel — im gewünschten Abstand auf den Tisch, bittet die Vp., die Augen zu schließen, und schlägt abwechselnd rechts und links 3—4mal auf die Daumenballen. Nach der Exposition legt die Vp. die Hände zusammen. Die Vp. hat dann, genau wie in den Vorversuchen, anzugeben, was sie wahrgenommen hat. Ist sie im Zweifel, was meistens an ihrem Gesichtsausdruck abzulesen ist, wird dieselbe Exposition nochmals vorgenommen.

Alle Vpn. machten spontan Angaben über Zweiheitseindruck oder Bogenbewegung; von guten Beobachtern wurde diese näher charakterisiert. Mitteilungen über die Höhe, die Straffheit und Deutlichkeit des Bogens, über die Geschwindigkeit des sich bewegenden „Etwas“ und über das Phänomen des Zerfalls wurden gemacht. Etwaige Zweifel der Vp., wie überhaupt ihre Äußerungen, wurden in das Protokoll aufgenommen. Die Versuche waren in Hinsicht auf die Fragestellung dieser Arbeit durchweg unwissentlich.

Für die tabellarische Darstellung haben wir die Mannigfaltigkeit der Bewegungsstadien in drei Hauptbereiche gruppiert: 1. Das Zweiheitsstadium, das Stadium reiner Sukzession. Es ist in den mitgeteilten Tabellen durch die *Ziffer 2* gekennzeichnet. 2. Das Grenzstadium, in dem sich die oben beschriebenen labileren Phänomene vereinigen. Es ist in den Tabellen durch ein *Fragezeichen* kenntlich gemacht. 3. Das Einheitsstadium, in dem Identität des berührenden Etwas besteht. Es ist durch die *Ziffer 1* bezeichnet.

Jeder der drei Bereiche ist nochmals unterteilt: Innerhalb des Einheits- und des Zweiheitsstadiums sind besonders eindringliche Erscheinungen durch ein Ausrufungszeichen hervorgehoben. Innerhalb des Grenzstadiums ist durchgehende Bewegung mit ungewisser Mittelstrecke mit einem „1?“, das Bezogenheitsphänomen, duale Bewegung mit kurzen auf einander zugeneigten „Zipfeln“ mit „2?“ gekennzeichnet[1]).

---

[1]) Vgl. oben § 12.



Tabelle 2
Abstandsvariation (Db. i.), Frequenz 150/Min (t = 0,4 sec)

Abstand cm	Reihenfolge der Variationen I	II	Vp. Mho.	Vp. Mor.	Vp. Gr.	Vp. Ri.	Vp. Ra.
10	7 14	1 8	1! 1!	1! 1! 1 1!	1 1 1! 1!	1! 1! 1 1!	1 1 1 1!
30	3 12	3 12	1! 1!	1! 1! 1! 1	1 1 1 1	1? 1! 1!	1 1 1 1
50	2 10	5 13	1! 1 1! 1!	1 1 1 1	1 1? 1? 1	2? 1 1 1	1? 1? 2? 1
70	5 13	2 10	1 1 1 1	1 1 1 1?	1 1? 1? 1	1 2? 1 2?	2 1? 2 2
90	1 8	7 14	1? 1 1 1	1? 1? 1 2	1? 1? 1? 2	1 1? 2 2!	2 1? 2 1?
110	9 11	4 6	1 1? 1? 1	2 2 2! 2	2? 2? 1? 2!	1? 1? 1? 2!	2 1? 2 2
Max.	4 6	9 11	×	×	2 2! 2! 2!	×	2! 2 2! 2!

Anmerkung zu Tabelle 2:

Bei den mit einem × bezeichneten Vpn. ist schon die Entfernung 110 cm maximal.

§ 28. Verfährt man nun in der beschriebenen Weise, so stellt sich die Abhängigkeit des Phänomens von der Variation des Abstandes, wie in Tabelle 2 angegeben, dar.

Die Abhängigkeit der taktilen Scheinbewegung vom Abstand der berührten Hautpunkte ist unverkennbar. Bei *geringen* Entfernungen entsteht bei *dieser* Frequenz zwingend Bewegung *eines* „Etwas“, während große Abstände der Berührungsstellen voneinander Zweiheitseindruck hervorrufen oder zumindest die Tendenz dazu zeigen.

Der Bereich, in dem bei dieser Frequenz Scheinbewegung wahrgenommen wird, ist für jede Vp. ein anderer: Für Vp. Mho. beträgt er 100 cm, für Vp. Ra. nur 30 cm.

§ 29. In neuen Versuchsreichen wurde nun der Einfluß der Frequenz der Schläge genauer untersucht. Mit jeder der Frequenzen 75, 110, 150, 300, 450 pro Minute wurde eine Versuchsreihe durchgeführt, die nach Zahl und Art der Durchführung völlig der vorigen entsprach. In Tabelle 3 sind die Ergebnisse



der Frequenzvariation für den Abstand der Berührungspunkte von 50 cm aus fünf Versuchsreihen zusammengestellt. Auch diese Versuche wurden mit unseren sämtlichen Vpn. durchgeführt.

Wie man sieht, läßt bei sämtlichen Vpn. mit zunehmender Frequenz die Deutlichkeit der Bewegung nach. Bei der Frequenz

Tabelle 3

Frequenzvariation (Abst. 50 cm, Db. i. Sehende Vpn.)

Frq.	t sec	Vp. Mho.	Vp. Mor.	Vp. Ri.	Vp. Gr.	Vp. Ra.
75	0,8	1 1 1 1	1 1 1 1	1! 1!	1 1!	1! 1!
110	0,55	1 1 1 1!	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1? 1 1!	1 1
150	0,4	1! 1 1! 1!	1 1 1 1	2? 1 1 1	1 1? 1? 1	1? 1? 2? 1
300	0,2	1 1 1 1	2? 2 1 2?	2? 1? 2? 2	1 1? 2? 1?	1? 1? 2? 1?
450	0,13	1? 1 1 1?	2! 2 2! 2!	2 2! 2! 2!	1? 1? 1? 1	2! 2! 2 2!

Tabelle 4

Kritische Zeiten (an Sehenden gemessen)

Abstand	Vp. Mho.	Vp. Mor.	Vp. Gr.	Vp. Ri.	Vp. Ra.
10	< 0,13°	0,13	< 0,13°	~ 0,17	~ 0,17
30	< 0,13	0,2	< 0,13	~ 0,3	~ 0,3
50	0,13	~ 0,3	~ 0,17	0,4	~ 0,5
70	0,2	0,4	0,4	0,55	~ 0,5
90	~ 0,3	~ 0,5	~ 0,5	~ 0,7	0,55
110	0,55	~ 0,7	0,55	> 0,8°	~ 0,7
Max.	—	—	> 0,8°	—	> 0,8

Anmerkung zu Tabelle 4:

1. ~ Diese Zahlen sind interpoliert. Tatsächlich kamen im Versuch nur die Zeiten t = 0,13; 0,2; 0,4; 0,55; 0,8 vor. Wenn von zwei benachbarten Zeiten die eine zu hoch, die andere zu gering war, wurde in dieser Tabelle der mit ~ bezeichnete Zwischenwert eingesetzt.

2. ° Diese Versuche wurden nicht gemacht. Es ist aber — nach den vorliegenden Ergebnissen zu urteilen — wahrscheinlich, daß unsere Vpn. in den bezeichneten Fällen im Abstand von 10 cm bei noch höheren und im Maximalabstand auch noch bei geringeren Frequenzen Scheinbewegung beobachten können. Entsprechend bei den größten Abständen < 75.

3. — Bei diesen Vpn. war das Maximum schon bei 110 cm erreicht: Ihre geringere Spannweite der Arme ließ eine bequeme Vergrößerung des Abstandes zwischen den Händen nicht zu.



von 450/Min. (t = 0,13 sec) haben drei von fünf Vpn. deutlich den Eindruck von zwei unabhängigen Berührungen.

§ 30. In Tabelle 4 ist nun das Hauptergebnis der Frequenzvariation für sämtliche geprüften Abstände angeführt. Zum leichteren Vergleich mit vorliegenden Ergebnissen über die stroboskopische Bewegung und außerdem, um das gemeinsame Wachsen von Weg und Zeit deutlicher zu machen, ist statt der Frequenz die zugehörige Zeitspanne von Beginn zu Beginn aufeinanderfolgender Schläge, d. h. Darbietungszeit + Pause (t = p + e), eingetragen. Der Raumersparnis halber ist jeweils nur diejenige Zeit eingetragen, bei der eine jede Vp. im gegebenen Abstand noch durchgehende Scheinbewegung wahrnahm. Jeder Zahl liegen vier, den interpolierten, mit einem ~ gekennzeichneten, Zahlen, acht Beobachtungen zugrunde.

Es ergibt sich für alle Vpn., daß bei Vergrößerung des räumlichen Abstandes auch die Zeitspanne zwischen den Berührungen länger werden muß, um Scheinbewegung zu erhalten. Oder mit anderen Worten: Verkürzen wir die Zeitspanne zwischen den Berührungen, so wird der „Einheitsbereich", d. h. die Strecke, über die hinweg Scheinbewegung beobachtet wird, kürzer. Das ist das bekannte dritte Kortesche Gesetz.

Kapitel V: Parallel-Untersuchungen an Blinden.

§ 31. Die Vermutung, daß taktile Scheinbewegung und ihre phänomenalen Verhältnisse sich von optischen Vorstellungen herleiten, liegt trotz der Ergebnisse des § 6 nahe. Zu ihrer weiteren Prüfung wurden sämtliche Versuche auch an Blinden und besonders an geburtsblinden Vpn. vorgenommen.

1. Abschnitt: Die Erlebnisse der Blinden bei taktil-stroboskopischen Reizbedingungen.

§ 32. Wenn man bei einer blinden Vp. mit beiden Holzhämmerchen rhythmisch mit der Frequenz 150/Min (t = 0,4 sec) die Daumenballen der einander im Abstand von 30 cm zugekehrten Hände berührt und fragt, was die Vp. gespürt habe, so gibt die Vp. an, daß sie abwechselnd, vielleicht verschieden stark, an den Daumenballen gestoßen worden sei. Auch wenn wir den Abstand und die Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge der Schläge variieren, erhalten wir keine Antworten, die unsere Fragestellung betreffen: *Angaben über Scheinbewegung werden nicht gemacht.* Fragt man nun die Vpn., was gemacht wurde, so erhalten wir



Angaben über Einheit und Zweiheit des berührenden „Etwas". Bei Vpn., die auch auf diese Fragen nicht ansprechen, haben wir dann geradezu gefragt, ob der Vl. die Vp. wohl mit einem oder zwei Hämmerchen berührt hat. Wir erhalten dann sofort diesbezügliche Antworten, *die mit großer Sicherheit gemacht werden.*

§ 33. Fragt man nun die Vpn., wie sie zu dieser Aussage kommen, so erhält man verschiedene Antworten:

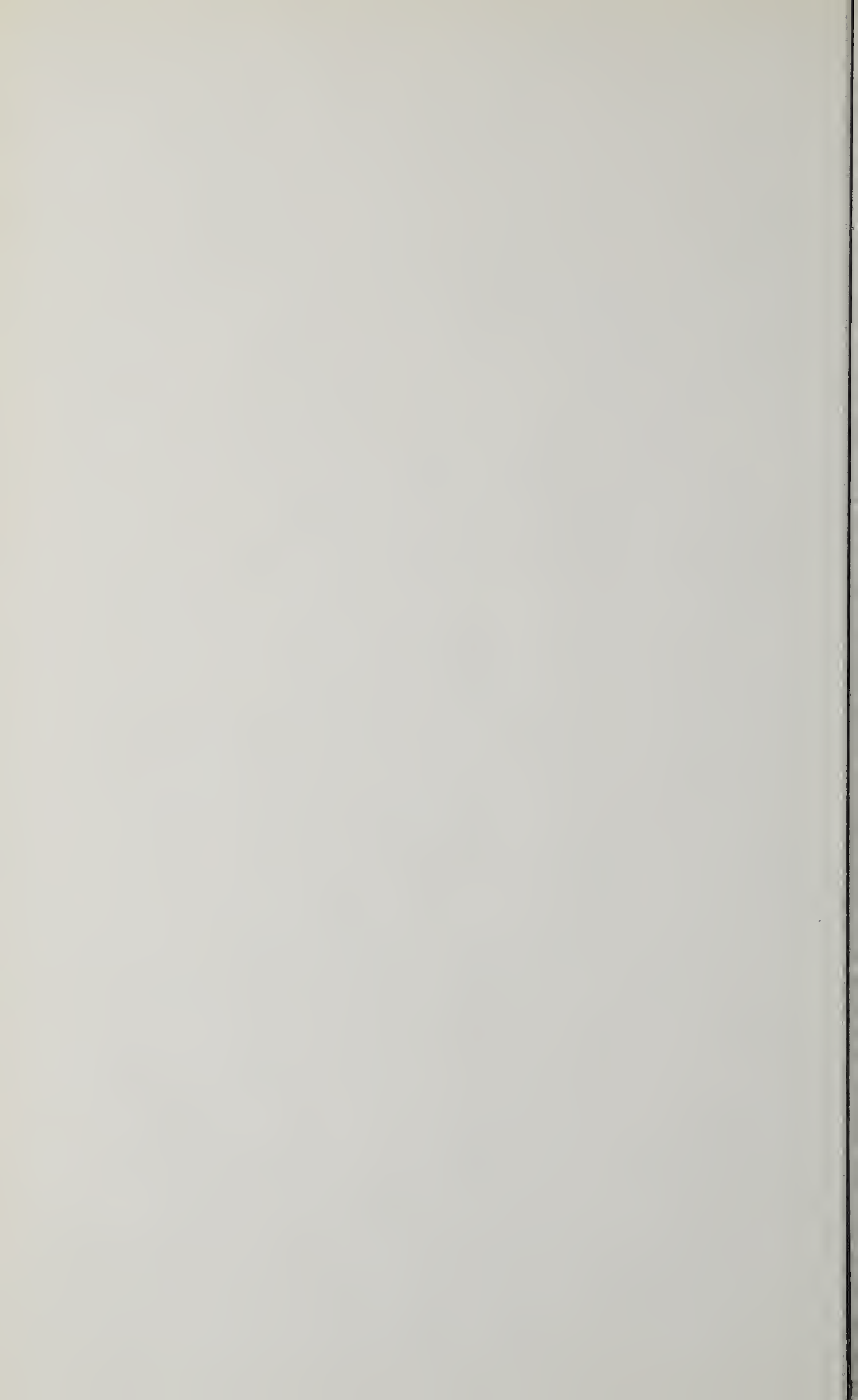
1. Zu Anfang der Versuche wird oft die Ähnlichkeit oder Unähnlichkeit der Eindrücke beschrieben, und es ist oft nicht klar, ob die Versuchsfrage verstanden wurde, ob die Vpn. nicht vielmehr Angaben über Gleichheit oder Ungleichheit der Schläge machen. Durch Ausführung verschiedenartiger Schläge mit einem Hammer und relativ gleichartiger Schläge mit zwei Instrumenten läßt sich die Unsicherheit ohne weiteres beseitigen, und die Vpn. berichten sinngemäß über Einheitseindrücke auch bei sehr unterschiedlicher Schlagstärke, -rauhigkeit und -härte und über Zweiheitseindruck auch bei sehr viel geringerer Ungleichheit der Berührungseindrücke.

2. Häufig geben die Vpn. an, sie „fühlen oder spüren das eben", ohne zu wissen wieso. Das besonders in den Fällen, wo das eben beschriebene Mißverständnis nicht vorhanden oder beseitigt war.

3. In manchen Fällen wurden Schlüsse auf durchgehende bzw. nicht durchgehende Bewegung auf Grund von akustischen Eindrücken gezogen, die durch Kleidergeräusche des Vl. hervorgerufen werden. Derartige Überlegungen wurden wiederholt von den Vpn. offen zugegeben; möglicherweise kann ein Einfluß akustischer Grundlagen auch vorhanden sein, ohne den Vpn. als solcher bewußt zu werden. Diese Fehlerquelle kann aber dadurch, daß der Vl. mit unbekleideten Unterarmen arbeitet, praktisch unwirksam gemacht und außerdem durch geringfügige Variationen der Versuchstechnik ganz ausgeschieden werden:

Die entscheidenden Versuche werden zu diesem Zweck sowohl mit einem als auch mit zwei Hämmern, unter Umständen einmal von einem und dann von zwei Vln. durchgeführt.

4. Wenn bei großer Entfernung oder bei großer Frequenz (oder beiden zusammen) die Vp. angibt, daß jetzt zwei verschiedene Instrumente benutzt worden sein müßten, so gibt sie auf die Frage nach der Grundlage ihres Urteils vielleicht an, daß es doch klar sei, daß man den langen Weg zwischen den berührten Haut-



stellen nicht so schnell durcheilen könne. Man könnte vermuten, daß diese Überlegung allgemein der einfache Grund der Aussage der Vp. über Einheit oder Zweiheit des Berührungseindruckes sei. Nach dieser Annahme bestünde überhaupt kein unmittelbarer Identitätseindruck, sondern die Grundlage des Urteils würde das Wissen um mögliche Höchstgeschwindigkeiten von Armbewegungen und dergleichen bilden und Erwägungen darüber, ob das Höchstmaß solcher Geschwindigkeiten schon überschritten ist. Diese Annahme würde noch unterstützt, falls sich bestätigen sollte, daß sich keine untere Frequenzgrenze für den Identitätseindruck auffinden läßt.

Sehr häufig handelt es sich bei Versuchen mit deutlichem Zweiheitseindruck um Kombination eines solchen Abstandes und einer solchen Frequenz, daß die Schläge *ohne Schwierigkeit noch mit einer Hand* abwechselnd an beiden Stellen vom Vl. *ausgeführt werden* können. Machte man die Vp. darauf aufmerksam, daß das möglich ist, und daß der Versuch jetzt tasächlich so ausgeführt wurde, *so blieb sie bei ihrem Urteil:* Zwar sei es merkwürdig, aber sie müsse bei ihrer Aussage bleiben, denn es sei ihr so, als ob sie von zwei Gegenständen berührt worden wäre.

Die ursprüngliche Behauptung mancher Vpn., daß sie aus der Möglichkeit oder Unmöglichkeit, die betreffende Bewegung auszuführen, auf die Identität oder Nicht-Identität des berührenden „Etwas“ schließen, ließ sich so — und zuweilen auch für die Vp. selbst — als eine nachträgliche Deutung eines an sich schon zuvor vorhandenen *unmittelbaren Eindrucks* erweisen.

§ 34. Der Eindruck der *Identität* des „Etwas“, das die verschiedenen Hautstellen berührt, ist durch die Beobachtung gesichert. Er ist sogar derartig zwingend, daß es Mühe kostete, unseren blinden Vpn. nach Abschluß aller Versuche klarzumachen, daß *objektiv* in allen messenden Versuchen mit zwei Hämmerchen gearbeitet wurde. Sie sagten uns: Sie könnten das nicht glauben, oder: Sie könnten schwören, daß da *ein* Ding hin und her gegangen ist. Nicht gesichert ist dagegen das Bestehen eines wirklichen, echten *Bewegungs*eindruckes.

§ 35. Man könnte annehmen, daß die Wahrnehmung eines solchen den Blinden überhaupt, auch unter ganz anderen Bedingungen, nicht möglich ist.

Diese Meinung erweist sich sofort als irrig, wenn man bei unseren Vpn. einen Körperteil, etwa einen Arm, durch Anstoß in passive Bewegung setzt: Die Vpn. sind sofort in der Lage,



über die wahrgenommene Bewegung und ihre Richtung Aussagen zu machen. Auch in Versuchen, bei denen die eigene Motorik der Vp. *unbeteiligt* war, gelang das: Wenn man unseren Vpn. mit einem Gegenstand über längere Hautpartien des Ober- oder Unterarmes hinfährt, sind sie imstande, Angaben über die Bewegungsrichtung und Form zu machen. Das sicherste und, wie man annehmen sollte, entscheidende Merkmal für das Vorhandensein einer Bewegung ist wohl, daß die Vp. imstande ist, über die *anschauliche Bahn* der Bewegung zu berichten. Das ist von unseren blinden Vpn. bei stroboskopischer Darbietung niemals spontan geschehen. Fragen über die Form der Bewegungsbahn wurden im allgemeinen mit auffallender Verständnislosigkeit angehört. Die Mehrzahl der Vpn. sträubte sich dagegen, diesbezügliche Angaben zu machen oder auch nur mit der Hand die vermutliche Bahn der Bewegung anzudeuten. Sie äußerten sich dahingehend, daß man „das doch nicht wissen könne". Es ist so gut wie sicher, *daß der positive Eindruck einer durchgehenden Scheinbewegung fehlt.*

Von zwei Vpn. (Pf. E. und Fi. M., beide geburtsblind), wurde in verschiedenen Versuchen, allerdings auf Befragen hin, geradlinige Verbindung angegeben und auch mit der Hand gezeigt. Als mit diesen Vpn. Versuche zur Erweckung von Scheinbewegung auf der kontinuierlichen Fläche des rechten ausgestreckten Armes unternommen wurden und Einheitseindruck bei einem Abstand von 25 cm zustande kam, gaben sie an, daß sich das berührende „Etwas" in geringem Abstand über der Haut bewegt habe. Bei den übrigen Vpn. hatten wir den Eindruck, daß die *Frage nach der Bahn der Bewegung sinnlos* sei. Wohl kamen bei diesen Vpn. Ausdrücke wie „hin und her pendeln" vor, aber alle Versuche, eine nähere Angabe über diesen Vorgang zu erhalten, blieben erfolglos, so daß es, im Gegensatz zu den Versuchen an sehenden Vpn., fraglich ist, ob dieser Ausdruck überhaupt im anschaulichen Sinne gemeint ist und nicht vielmehr eine vereinfachte Beschreibung des „abwechselnd hier und dort Stoßens" darstellt.

§ 36. Wir fragten uns nun, ob die Berührungseindrücke über den puren Identitätseindruck hinaus nicht doch noch andere Zusammenhangsmerkmale aufwiesen. In Frage kam hier z. B. der Eindruck der Richtung, aus der die Vp. gestoßen wurde. Nach unserer oben beschriebenen Feststellung haben Blinde bei passiver Bewegung durch Stoß, wie auch beim Entlangfahren



auf dem ruhenden Arm, sehr wohl einen deutlichen Eindruck von der Bewegungsrichtung. An letztere Beobachtung knüpften wir in neuen Versuchen an: Wenn die Haut einer Vp. bei fest ruhender Hand durch einen berührenden Gegenstand *gestreift* wird und die Streifung eine Mindestlänge von 2—3 cm überschreitet, ist die Vp. imstande, Richtung und Form der Bewegung anzugeben. Ist dies Streifen kleiner oder gleich Null, so ist der Berührungseindruck nicht immer ohne Richtungseindruck. Bei solchen Einzelstößen schwankt der Eindruck der Stoßrichtung unregelmäßig um die zur Hautfläche senkrechte Stoßrichtung.

Wir haben nun bei rhythmischer Berührung (Frequenz 150/Min, t = 0,4 sec) und günstigem Abstand der Hautstellen gefragt, ob die Stöße aus einer bestimmten Richtung zu kommen scheinen, und wenn ja, aus welcher. Das Ergebnis war positiv: In denjenigen Versuchen, in denen die Vp. den Eindruck hatte, von zwei verschiedenen Gegenständen berührt worden zu sein, war die scheinbare Stoßrichtung schwankend, wie bei den Einzelschlägen ohne Streifung längerer Hautstrecken und ohne passive Bewegung der getroffenen Glieder. Die Schläge schienen der Vp. teils senkrecht zur Hautfläche, teils aus beliebigen Schrägrichtungen zu kommen. Bestand dagegen Identitätseindruck, so hörten die Schwankungen des Richtungseindruckes auf, und die Vp. zeigte mit den Händen stets Stoßrichtungen an, die einander zugewandt waren, und zwar entsprach die angegebene *Stoßrichtung an den beiden Berührungsstellen ganz der Orientierung der erhalten bleibenden Teilstücke beim allmählichen Zerfall schöner Bogenbewegung bei sehenden Vpn.* Die scheinbaren Stoßrichtungen kann man also gewissermaßen als die „Enden" der im übrigen anschaulich fehlenden Bewegung betrachten.

§ 37. Wir haben bei Geburtsblinden unter stroboskopischen Bedingungen keine durchgehende taktile Scheinbewegung gefunden. An ihrer Stelle fand sich der zwingende Eindruck der Identität des berührenden Etwas, auch über große Strecken hinweg, verbunden mit dem Erlebnis einer gegenseitigen Ausrichtung der Einfallswinkel. Was bedeutet dieser Befund 1. für die Theorie der stroboskopischen Bewegung und 2. für unsere Frage nach der Bedeutung anschaulicher Abstände?

Da die erste Frage nicht zu unserer Aufgabe gehört, sei sie nur kurz gestreift: Es liegt nahe, im Sinne alter Annahmen[1]) zu folgern: Da die taktile stroboskopische Bewegung bei Menschen, die nie im Besitz optischer Funk-

---

[1]) Vgl. Lit.-Verz. 5 S. 290.



tionen waren, ausfällt, muß es sich um eine Ergänzung der Berührungsempfindung durch optische Vorstellungen handeln. Dazu ist zweierlei zu sagen: Erstens kann es sich nach § 5 und 6 nicht um Vorstellungen im gebräuchlichen Sinn handeln, da sowohl das Bestehen einer solchen Ergänzung als auch ihre besondere Art so gut wie unabhängig davon ist, was sich der Beobachter während des Versuchs in der Gegend zwischen den gereizten Stellen optisch vorstellt.

Man wird also nicht mehr sagen können, als daß es sich um eine Erscheinung handelt, die nur dann zustande kommt, wenn der optische Sektor im Leben des betreffenden Menschen schon einmal in Funktion gewesen ist.

Zweitens ist noch ungeklärt, ob diese Bedingung die taktile Scheinbewegung allgemein betrifft oder nur für den Fall gilt, daß die Bewegung, falls sie stattfindet, zwischen den gereizten Stellen den freien Raum durchqueren, d. h. sich von der Oberfläche des eigenen Körpers mehr oder weniger weit entfernen muß. Mit Rücksicht auf unser Grundproblem ist unser Beobachtungsmaterial in dieser Hinsicht einseitig und läßt die Möglichkeit offen, daß auch der Geburtsblinde das Erlebnis einer taktilen Scheinbewegung haben könnte, falls die Bedingungen so gewählt würden, daß die Bewegungsbahn unmittelbar auf der Haut verliefe.

Für das Problem der Abstandswirkung ist der Unterschied zwischen den stroboskopischen Erscheinungen der Sehenden und den entsprechenden Erlebnissen der Geburtsblinden zunächst ohne Belang. Wir können die Frage nach der Abstandswirkung ebenso sinnvoll für das „Identitäts-“ bzw. „Bezogenheitserlebnis“ wie für die stroboskopische Bewegung stellen. Entscheidend ist, ob die Gesetzmäßigkeiten für beide Arten von Erscheinungen dieselben oder verschiedene sind, d. h. ob sich für die Erlebnisse der Blinden überhaupt eine Abhängigkeit vom Abstand findet, und wenn ja, ob sie derjenigen der stroboskopischen Bewegung entspricht.

2. Abschnitt: Der Einfluß der Abstands- und Frequenzvariation auf die Erlebnisse der Blinden.

§ 38. Die Versuche über den Einfluß des phänomenalen Abstandes und der Frequenz wurden mit den blinden Vpn. genau so wie mit den sehenden Vpn. durchgeführt (vgl. § 27). Da der Vl. bereits gut auf die Reproduktion der verschiedenen Frequenzen eingeübt war, konnte auf eine Begleitung der Schläge durch Lichtsignale verzichtet werden. Zur Kontrolle diente zwischen den Darbietungen ein Metronom.

Da sich bei unseren blinden Vpn. während häufiger aufeinanderfolgender Versuche noch deutlicher als bei Sehenden Sättigungserscheinungen bemerkbar machten, war es notwendig, längere Pausen zwischen den einzelnen Ver-



suchsreihen eintreten zu lassen. Diese waren nie kürzer als 8 Tage. Bei jeder neubeginnenden Versuchsreihe wurde die Vp. wieder auf die erste Instruktion hingewiesen.

§ 39. Tabelle 5 enthält das Ergebnis eines Abstandsvariationsversuches mit geburtsblinden Vpn. Sie ist genau wie Tabelle 2 zu lesen (vgl. § 28). Die Frequenz war 150 je Minute (t = 0,4 sec); Berührungsstellen: die Daumenballen innen (Db. i.); die Handflächen waren gegeneinander gerichtet.

Tabelle 5
Abstandsvariation (Db. i.)
Geburtsblinde Versuchspersonen, Frequenz 150/Min. (t = 0,4 sec)

Abstand cm	Vp. Fi. F.		Vp. Fi. M.		Vp. Pf. E.		Vp. Pf. Ä.	
10			1	1	1	1	1?	1!
			1	1	1	1	1	1!
30			1	1	1	1	2	
			1	1	1	2?	2?	2?
50			1?	1	1?	1	2	2
			1?	2?	2	1	2	2
70			2	2	1?	2	2?	2?
			2	2	2	2	2!	2!
90			2	2	1°	2!	2!	2!
			2	2	2!	2!	2!	2!
110	1	1	2	2!	2!	2!	2!	2!
			2	2	2!	2!	2!	2!
Max.	1	1?	2!	2!	×		2!	2!
	1?	1	2!	2			2!	2!

Anmerkung zur Tabelle 5:
° = Erste Exposition der Versuchsreihe.
× = Bei dieser Vp. wurde das Maximum schon bei 110 cm erreicht.

Aus der Tabelle geht hervor:

Bei kleinen Abständen haben alle Vpn. deutlich den Eindruck der Einheit des berührenden „Etwas". Der Einheitsbereich ist für jede Vp. verschieden groß. Bei Vp. Pf. Ae. erstreckt er sich nur über 10 cm, während er bei Vp. Fi. F. noch bei maximaler Abduktion der Hände vorhanden ist[1]). Wächst der Abstand zwischen den Berührungspunkten, so geraten in einem gewissen

[1]) Bei dieser Vp. erübrigte sich daher die Prüfung kürzerer Strecken.



Bereich alle Vpn. in Zweifel, ob sie von einem oder von zwei „Gegenständen“ berührt worden sind. Dieser Bereich entspricht dem von uns sogenannten „Grenzbereich“ der Bewegung bei sehenden Vpn.

Bei weiter wachsendem Abstand kommt es dann bei den meisten Vpn. zum völligen Verlust der Einheit. Deutlich werden zwei Berührungen anschaulich verschiedenen Ursprungs verspürt. Wir befinden uns im Zweiheitsbereich.

Mit diesem Versuch ist erwiesen, daß der Einheits- und Zweiheitseindruck vom Abstand der Berührungspunkte ebenso abhängt wie der Bewegungseindruck bei Sehenden (Tabelle 2).

Tabelle 6

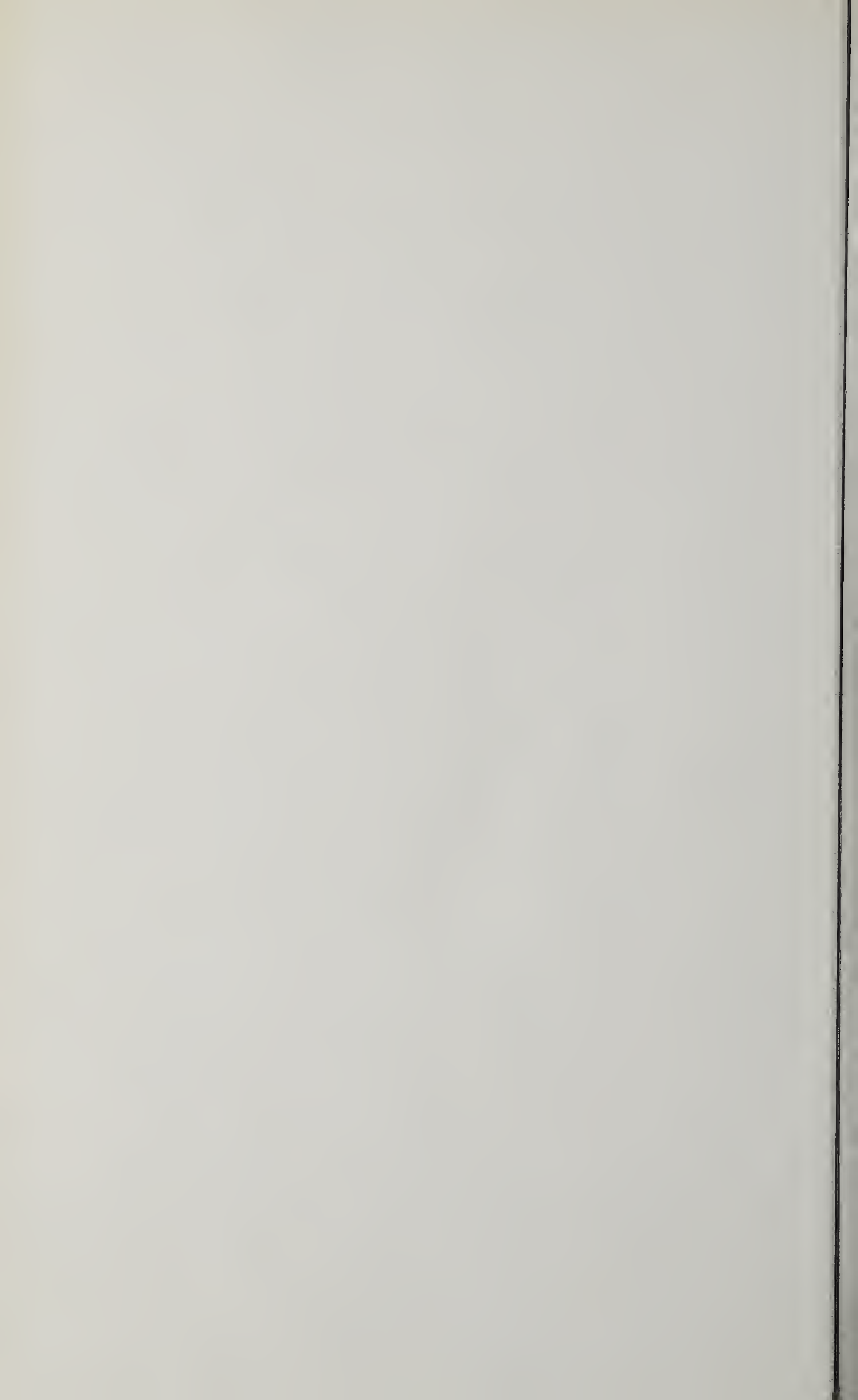
Frequenzvariation. Geburtsblinde Vpn. Abst. 50 cm

Frequenz	Vp. Fi. F.	Vp. Fi. M.	Vp. Pf. E.	Vp. Pf. Ä.
75		1! 1!	1 1! 1 1	1! 1? 1 1
110		1 1 1 1	1 1 1 1	1? 1? 1? 2?
150	1! 1! 1! 1!	1 1 1 1	1 1 1 2?	2 2? 2?
300	1! 1! 1! 1!	1 1? 1? 2	2? 1! 2? 1	2! 2! 2 2
450	1? 2? 2 1?	2 2	2 2	2! 2! 2! 2

§ 40. Tabelle 6 stellt die Abhängigkeit des Identitätseindruckes von der Frequenz bei konstanter Strecke dar: Für alle Vpn. wird mit wachsender Frequenz der Einheitseindruck schließlich vom Zweiheitseindruck abgelöst. Auch hier lassen sich deutlich die drei besprochenen Bereiche aufweisen. Die Größe der einzelnen Bereiche ist für jede Vp. charakteristisch, man vergleiche dazu Tabelle 3 (§ 30).

§ 41. In Tabelle 7 ist das Ergebnis der Abstands- und Frequenzvariation mit den geburtsblinden Vpn. zusammengestellt. Genau wie Tabelle 2 für die sehenden Vpn. enthält diese die Zeitspanne t für diejenigen Abstände, bei denen unsere Vpn. eben noch den Eindruck der Einheit hatten[1]).

[1]) Erläuterungen siehe S. 198.



Für alle Vpn. verlangt ein großer Abstand eine langsame Folge der Berührungen, wenn Einheitseindruck auftreten soll. Je kürzer die Zeit, in der die Berührungen aufeinander folgen, desto kürzer wird auch die Strecke, bei der noch „Einheit" erlebt wird.

§ 42. Auch für den Einheitseindruck der Geburtsblinden gilt also das dritte Kortesche Gesetz, und zwar wie für den Bewegungseindruck der Sehenden, auch bei rein anschaulicher Variation des Abstandes. Die drei typischen Bereiche des Einheits-, Grenz- und Zweiheitseindruckes liegen sogar bei ziemlich genau

Tabelle 7. Kritische Zeiten der Geburtsblinden in sec

Abstand cm	Vp. Fi. F.	Vp. Fi. M.	Vp. Pf. E.	Vp. Pf. A.
10	0,13	< 0,13°	0,2	0,4
30	~ 0,17	~ 0,3	~ 0,5	~ 0,7
50	~ 0,3	~ 0,5	0,55	> 0,8°
70	0,4	0,55	~ 0,7	
90	0,4	0,8	> 0,8°	
110	0,4	0,8		
Max.	~ 0,55	0,8		

Anm.: Zeiten zu lesen wie bei Tab. 4 S. 200.

denselben Verhältnissen von Zeit und Abstand wie bei Sehenden. Die Frage liegt nahe, ob wir diese festumrissenen Bereiche nicht vielleicht dem guten Gedächtnis unserer Vpn. und ihrem noch besseren Vermögen, die Strecken zwischen den Händen zu schätzen, verdanken, d. h. ob sie ihre Aussagen betreffs Einheits- oder Zweiheitsbereich nicht auf Grund sicherer Streckenschätzung gemacht haben.

Zu dieser Frage ist es schon wichtig, daß die Größe der Bereiche über längere Zeiträume hinweg beständig ist. In Versuchen, die den eben beschriebenen *nach einem Jahr* folgten, wurden für jede Vp. ungefähr gleich große Einheitsbereiche gefunden. Schon das spricht dafür, daß es sich bei den Angaben der Blinden kaum um das Ergebnis von eigens angestellten Überlegungen handeln kann.

Wir vermochten aber, uns nach dieser Richtung noch weiter zu sichern, und haben dazu ausführliche Versuche folgender Art unternommen: Die beiden Hände wurden in der bekannten Art und Reihenfolge in die verschiedenen, in den obigen Versuchen benutzten Abstände gebracht. Aufgabe war es nun, z. B. die ver-



meintliche Länge der Strecken möglichst genau in cm anzugeben. Einige Vpn. waren tatsächlich in der Lage, recht genaue Angaben zu machen. Diese Vpn. waren im Streckenschätzen durch ihren Beruf geübt. Wir fragten dann, ob sie während der Scheinbewegungsversuche an diese Maße gedacht hätten. Sie versicherten uns in jedem Falle, daß so etwas nicht geschehen sei. Obgleich diesen Versicherungen durchaus Glauben zu schenken ist, wären sie allein nicht sicher beweisend gewesen. Sie finden aber eine wertvolle Stütze in den Verhältnissen bei anderen Vpn., die im Streckenschätzen sehr schwach waren, was sie uns mehrmals zu verstehen gaben. Eine darunter (Fi. M.) war dabei völlig hilflos:

Wurde sie gebeten, Strecken von bestimmten Längen (30, 70, 90 cm) mit den Händen zu begrenzen, so versuchte diese gewissenhafte Vp. das nur äußerst zögernd, ohne ihren Angaben den geringsten Wert beizulegen. Sie entschuldigte sich immer wieder, daß sie dem Wunsch des Vl. eigentlich gar nicht entsprechen könne, da sie zu unsicher sei. Überhaupt habe sie das schon als Kind nicht gekonnt. Wir erleichterten ihr daher die Ausführung dieses Auftrages und gingen dazu über, sie Größen von Gegenständen ihres täglichen Umganges ohne Benutzung von Maßzahlen schätzen zu lassen. So sollte die Vp. z. B. mit den Händen zeigen, wie breit die Tür ist, durch die sie eben das Zimmer betreten, und deren Rahmen sie beim Durchgehen schon berührt hat. Die Strecke, die sie mit den Händen zeigte, hatte eine Länge von 51 cm; bei dieser Breite würde die Vp. beim Durchschreiten der Tür mit beiden Ellenbogen anstoßen. Als der Vl. die Vp. zur Tür hinführte, stellte sie tastend fest, daß sie „doch wohl zu klein geschätzt“ habe (objektiv 91 cm). Auf den Sitzplatz zurückgekehrt, wird eine Strecke von 81 cm als Breite des Türrahmens mit den Händen gezeigt. Die Vp. wurde ferner gefragt, wie lang wohl ein gewöhnlicher Eßlöffel sei. Sie zeigte mit beiden Händen eine Länge von 14 cm, das ist die Länge eines Teelöffels. Dann baten wir die Vp., doch zu zeigen, wie breit wohl das Mundstück dieses Eßlöffels sei. Daumen und Zeigefinger der Vp. begrenzten daraufhin eine Strecke von 3,0 bis 3,5 cm. Jetzt fragten wir nach der Länge des Mundstückes dieses Löffels und erhielten mit beiden Händen eine Strecke von 14 cm angezeigt, d. h. genau dieselbe wie vorher für den ganzen Löffel. Die Breite eines aufgeschlagenen Blindenbuches wurde mit 75 cm gezeigt (objektiv 58 cm!) usf.

Wir haben diese Vp. im Anschluß an einen Scheinbewegungsversuch oben geschilderter Art gefragt, wieviel Abstände wohl in der Versuchsreihe dargeboten worden wären. Sie weist mit den Händen drei Abstände vor: 11 bis 13 cm, 38—40 cm und 82—97 cm. Auf unsere Frage, ob das alle Abstände seien — sie muß diesmal aus unserer Art zu fragen entnommen haben, daß noch mehr Abstände dargeboten worden sein müssen — ist sie ganz bestürzt, entschuldigt sich und sagt, daß sie aber nicht mehr als drei festgestellt habe.

Trotz der Hilflosigkeit dieser Vp. beim Streckenschätzen — sie kann Abstände von 30, 50 und 70 cm nicht unterscheiden — hat sie im Versuch Tabelle 5 bei 30 cm klar Einheitseindruck,



bei 70 cm deutlich Zweiheit, und zwar auch bei Wiederholung dieses Versuches nach einem Jahr.

Bei den Schwankungen von nahezu 100%, denen die Streckenschätzung dieser Vp., wie oben angegeben, schon innerhalb weniger Minuten unterworfen war und der Konstanz ihrer Angaben bezüglich Einheit oder Zweiheit über ein ganzes Jahr hin, ist es gänzlich unmöglich, die „Erkennung" bestimmter Strecken und daran anknüpfende Überlegungen als Grundlage dieser Angaben anzusehen.

Freilich liegt in diesem Mißverhältnis zwischen unmittelbar anschaulichem Eindruck und der funktionalen Wirksamkeit des Abstandes auch eine Frage, die kurz zu besprechen ist. Tatsächlich ist es hier gar nicht mehr korrekt, von einer funktionalen Wirkung des anschaulichen Abstandes zu sprechen; denn was sich dort zwischen 30 und 70 cm in der von uns untersuchten Weise auf das Einheitserlebnis auswirkt, ist der objektive Abstand der Arme, der zwar für den Zuschauer, aber nicht für die Vp. selbst zu dem anschaulichen Erlebnis einer Abstandsverschiedenheit führt. Dürfen wir aber dann die Ergebnisse dieser Vpn. für unsere theoretische Grundfrage verwerten? Zweifellos, denn wir verwenden ja die anschaulichen Abstandsänderungen nur als Kriterien für irgendwie entsprechende Änderungen zentral-physiologischer Erregungsverteilung. Wenn aber diese objektiven Abstandsänderungen trotz ihrer anschaulichen „Unterschwelligkeit" die von uns gefundenen bestimmten Wirkungen auf den Einheitseindruck haben, so sind wir durchaus berechtigt, zu schließen, daß die uns eigentlich interessierenden zentralphysiologischen Bedingungsänderungen auch bei dieser Vp. stattgefunden haben.

Daß gewisse funktionale Wirkungen sehr viel bestimmter sein können als ihr „unmittelbares" anschauliches Korrelat, ist eine Tatsache, die bei den verschiedensten Schwellenuntersuchungen festgestellt ist: Man denke an die erstaunlich scharfe Tiefenwirkung „unbemerkter" Querdisparation[1]). Was die Ergebnisse unserer Vp. so auffallend macht, ist nur, daß sich dieses Verhältnis hier in einer Größenordnung von einem halben Meter findet, während wir es nur an Bruchteilen von Millimetern zu finden gewohnt sind.

---

[1]) „Unbemerkt" etwa beim abwechselnden Schließen der Augen. — Für den konkreten Parallelismus besteht hier ein Problem allgemeiner Art, das m. E. noch nicht gelöst ist.



§ 43. Die Ergebnisse an erblindeten Vpn. stehen, wie zu erwarten, in der Mitte zwischen denen der Sehenden und der Geburtsblinden. Außer der Angabe über die Einheit oder Zweiheit der beiden Berührungen, die ganz den oben beschriebenen Gesetzmäßigkeiten folgten, erhielten wir von diesen Vpn. Angaben über die Form der Bewegungsbahn. Wir konnten bei erblindeten Vpn. in einer größeren Anzahl von Fällen echte durchgehende Bewegung feststellen, während es bei den Geburtsblinden bei dem Erlebnis der Identität und Richtungsbezogenheit blieb. Die meisten erblindeten Vpn. gaben, wie die beiden Geburtsblinden, von denen oben berichtet wurde, geradlinige Verbindung an. Einige Male wurde sie aber auch als Bogen gekennzeichnet. Die Ergebnisse der Versuche mit erblindeten Vpn. sollen aber hier nicht näher ausgeführt werden, da für unsere Hauptfrage die Versuche mit Geburtsblinden eine größere Beweiskraft haben.

§ 44. Es hat sich ergeben: Für sehende wie für geburtsblinde Vpn. ist das Erlebnis der Einheit der beiden Berührungen, die beim Sehenden zur optimalen taktilen Scheinbewegung gehört, vom anschaulichen Abstand abhängig. In dem dritten KORTEschen Gesetz ist also, ebenso wie nach OGASAWARAS[1]) Befunden für optische, auch für taktile Scheinbewegung bzw. den ihr entsprechenden Einheitseindruck nicht der anatomische Abstand auf der Reizfläche, sondern der anschauliche Abstand ausschlaggebend. Damit erhält der Vorschlag OGASAWARAS, im KORTEschen Gesetz $\varphi = f\left(\frac{s}{t}\right)$ unter s allein den phänomenalen Abstand zu verstehen, eine weitere Stütze.

§ 45. An dieser Stelle muß auf die Kritik des dritten KORTEschen Gesetzes durch VAN DER WAALS und ROELOFS eingegangen werden. Beide Forscher sind der Meinung, daß dieses Gesetz nur in bestimmter Hinsicht Geltung habe, die sich in einer „allerersten Ankündigung" der vom Gesetz geforderten Veränderung bei Abstandsvariation andeute (a. a. O., S. 106).

Die Ursache, warum beide Forscher zu anderen Ergebnissen als KORTE gekommen sind, ist darin zu finden, daß sie mit viel längeren Expositionszeiten gearbeitet haben, daß daher der „kritische Abstand" infolge Verbreiterung des Optimalbereichs gar nicht erreicht wurde. OGASAWARA in seinen optischen und wir in unseren taktilen Versuchen erfüllten die Bedingungen KORTEs und konnten die Gültigkeit des Gesetzes für beide Sinnesgebiete bestätigt finden.

Ferner erfolgte sowohl bei KORTE[2]) wie bei uns die Darbietung der Abstände ohne Wissen der Vp. durcheinander. Aus der Darstellung der hollän-

---

[1]) Vgl. Lit.-Verz. 12.

[2]) Vgl. KORTE, Lit.-Verz. 9 S. 247. „Die Darbietung der Abstände erfolgt ohne Wissen der Vp. *durcheinander.*"



dischen Forscher dagegen geht hervor, daß sie den Abstand zwischen den Lichtpunkten innerhalb einer Versuchsreihe kontinuierlich veränderten. Es wäre daher zu fragen, wieweit ihre Ergebnisse vom Faktor der objektiven Einstellung mitbestimmt wurden.

Kapitel VI: Die Orientierung der berührten Hautflächen.

1. Abschnitt: Vorversuche.

§ 46. Wie bereits angedeutet, spielt die *Orientierung* der getroffenen Handflächen im Raum bei Zustandekommen taktiler Scheinbewegungen eine nicht unwesentliche Rolle.

Da dieser Faktor aus leicht einsichtigen Gründen bei der Konstitution optischer Scheinbewegung nicht aufgefunden werden kann, da er andererseits ein *Faktor rein phänomenaler Natur* ist, wurde sein Anteil am Zustandekommen taktiler stroboskopischer Bewegung in besonderen Versuchsreihen näher untersucht.

§ 47. Über den Einfluß verschiedener Lagen der Hände auf die Form der Bewegungsbahn bei Sehenden ist schon oben § 10 be-

Tabelle 8

Der Einfluß der Orientierung der berührten Hautflächen. Gebbl. Vpn.

Abstand (cm)	Vp. Fi. M.				Vp. Pf. E.			
	110/Min.		150/Min.		110/Min.		150/Min.	
	◖← →◗	↓◡ ↓◡	◖← →◗	↓◡ ↓◡	◖← →◗	↓◡ ↓◡	◖← →◗	↓◡ ↓◡
10	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1
30	1 1	1 1	1 1	2 2?	1 1	1 1	1 1	2 2
	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 2?	2 2
50	1 1	2? 2	1? 1	2? 2	1 1	1? 1?	1? 1	2 2
	1 1	2! 2	1? 2?	2! 2	1 1	1? 1	2 1	2 2
70	1 1?	2 2	2 2	2 2	1 2	2 1?	1? 2	2! 2!
	1 1	2 2	2 2	2 2	1 1?	2 2?	2 2	2! 2!
90	1 2	2! 2!	2 2	2! 2!	2 1	1 2!	1° 2!	2! 2!
	1 2	2! 2!	2 2	2! 2!	2 2	2 2	2! 2!	2! 2!
110	2 2	2! 2!	2 2!	2! 2!	2? 2!	2! 2!	2! 2!	2! 2!
	2 1	2! 2!	2 2	2! 2!	2! 2!	2! 2!	2! 2!	2! 2!
Max.	2 2	2! 2!	2! 2!	2! 2!	Maximum bei 110 cm erreicht			

° Erste Exposition



richtet worden. Das dort Berichtete wird ergänzt durch das Ergebnis einiger Versuchsreihen, in denen die Abstandsvariation bei im übrigen gleichen Bedingungen anstatt mit gegeneinander gerichteten mit nach oben gerichteten Handflächen (Handrücken auf der Tischplatte) durchgeführt wurde.

In den Versuchsreihen wurde mit zwei Frequenzen — 110 und 150/Min — gearbeitet.

Das Ergebnis dieses Versuches ist in Tabelle 8 für zwei geburtsblinde Vpn. dem Ergebnis der entsprechenden Versuche bei Normalstellung gegenübergestellt[1]). Beide Vpn. sprachen (auf Befragen) auch jetzt, wenn sie überhaupt Einheitseindruck hatten, von „geradlinigem" Übergang der Bewegung. Es fehlt hier also ein Analogon zu der Veränderung der Form der Bewegungsbahn, die die sehenden Vpn. beobachten. Wohl aber ist bei Horizontalstellung der Hände der Einheitsbereich bei den geburtsblinden Vpn. genau wie bei den Sehenden wesentlich zugunsten des Zweiheitsbereiches verkleinert.

2. Abschnitt: Hauptversuche.

§ 48. Wir haben diesen Befund weiter verfolgt, indem wir die Abhängigkeit des Einheitseindruckes von der Haltung der Hände bei konstantem Abstand in systematischer Variation durchprüften.

Auch hier erwies es sich sogleich als nötig, in undurchsichtiger Reihenfolge zu arbeiten. Sieben ausgezeichnete Stellungen der Hände — sie sind in der zweiten Spalte skizziert — wurden in einer Versuchsreihe 28 mal dargeboten. Erste und zweite Hälfte einer Versuchsreihe, die je aus 14 Einstellungen bestanden, liefen in der Reihenfolge der dargebotenen Handstellungen einander entgegen. In allen durchgeführten Versuchsreihen blieb diese Folge die gleiche.

Um eine zweite Fehlerquelle, die physische Ermüdung, zu vermeiden, wurde bei den Versuchen ein Stativ verwendet, das gestattete, beide Hände zu stützen, ohne ein Drehung der Hände um ihre Medianachse zu verhindern. Die Vp. legte bei jeder Exposition die Hände mit den Fingerspitzen auf je einen Holzstab, der in der Vertikalebene, also parallel zur Front der Vp., drehbar war. Der Vl. brachte dann die Hände in die gewünschte Stellung zueinander und applizierte 3 bis 4 Reizpaare. Nach der Exposition legte die Vp. die Hände in ihren Schoß. Bei auftauchendem Zweifel wurde die Exposition wiederholt, die Drehung der Hände um ihre Medianachse nahm ihren Ausgang immer von Stellung V (vgl. Tabelle 8, 2. Rubrik).

In diesem Versuch wurden die Handmitten der völlig geöffneten Hände der Vp. berührt. Der Abstand der Berührungspunkte voneinander betrug 30 cm, die Frequenz wurde in jeder Versuchsreihe konstant gehalten.

[1]) Die Spalten 4 und 8 sind aus Tabelle 4 entnommen.



Tabelle 9

Sehende und geburtsblinde Versuchspersonen. Abstand der Berührungspunkte: 30 cm. Handmitte

Orientierung: Reihenfolge I	Reihenfolge II	Stellung	Vp. Pf. Ä. gebbld. 75/Min.	Vp. Pf. Ä. gebbld. 110/Min.	Vp. Fi. M. gebbld. 110/Min.	Vp. Fi. M. gebbld. 150/Min.	Vp. Pf. E. gebbld. 75/Min.	Vp. Pf. E. gebbld. 110/Min.	Vp. Mho. sehend 150/Min.	Vp. Mho. sehend 300/Min.	Vp. Mor. sehend 150/Min.	Vp. Mor. sehend 300/Min.	Vp. Ra. sehend 150/Min.	Vp. Ra. sehend 300/Min.
3 12	3 12	↓ ↓ I	1? 1 1 1	1? 2? 2 1?	1 1? 1 1	2 2! 2 2!	1! 1! 1 1?	1! 2! 2 1	1 1! 1! 1?	2! 2! 2 2	1! 1 1? 1	2 2 2? 2	1 1 2 2?	2! 2 2 2
1 5	11 14	↙ ↘ II	1! 1 1! 1!	1? 1? 2? 1	1 1 1 1	2 2 2 2	1! 1 1 1	2! 1? 2? 1	2!○1! 1? 1?	2? 1 1? 2	1? 1 1 1!	1? 1 1 1?	1 1 1 1	1 1? 1 1
8 11	4 7	← → III	1! 1! 1! 1!	1 1? 1! 1!	1! 1 1! 1!	2? 1! 2? 1!	1! 1! 1! 1!	1! 1! 1! 1?	1! 1! 1! 1!	1! 1 1 1	1! 1! 1! 1	1 1! 1! 1!	1 1 1 1	1 1 1 1
10 14	1 5	↖ ↗ IV	1 1? 1? 2?	2? 2 2 2?	1 1 1 1	1? 2? 1? 2?	1! 1! 1? 1?	2? 1! 1 2	1? 1! 2? 2?	2? 2? 1 1?	1 1 1 1	1 1? 1? 1	1 1 1! 1	1? 1? 1? 2?
4 7	8 11	↑ ↑ V	2 2? 2 2	2 2 2 2	2? 1 1 2	2 2! 2! 2!	1 1 2? 2?	2! 2! 2! 2!	2! 1! 2? 2!	2! 2 2! 2!	1 1? 1? 1	2 2 1? 2	2 2 2 2?	2 2 2 2!
6 13	2 9	↗ ↖ VI	2 2 2 2!	2! 2 2! 2!	2! 2 2 2	2! 2! 2! 2!	2! 1 2? 1	2! 2! 2! 2!	2! 2! 2! 2!	2! 2! 2! 2!	2! 2 2 2	2! 2! 2 2	2! 2! 2! 2?	2! 2! 2! 2!
2 9	6 13	→ ← VII	2! 2! 2! 2!	2! 2! 2! 2!	2 2 2 2	2! 2! 2! 2!	1? 2! 2 2!	2! 2! 2! 2!	2! 2! 2! 2!	2! 2! 2! 2!	2! 2! 2! 2!	2! 2! 2! 2!	2! 2! 2! 2!	2! 2! 2! 2!

○ Erste Exposition der ganzen Reihe



Die Wahl der Frequenzen für jede Versuchsreihe richtete sich nach der für jede Vp. charakteristischen Größe des Einheitsbereiches im Grundversuch. Vpn. mit kleinem Einheitsbereich wurden mit langsam aufeinanderfolgenden, solche mit größerem Einheitsbereich mit schneller aufeinanderfolgenden Schlägen berührt. Die Frequenzen wurden durch ein Metronom ab und zu kontrolliert.

Da sich gezeigt hatte, daß unsere Vpn. am Ende der Abstands- und Frequenzvariationsversuche derart gesättigt waren, daß auch bei günstigen Versuchsbedingungen keine ordentlichen Ergebnisse mehr erzielt wurden, war Einschaltung einer längeren Pause notwendig. Die hier beschriebenen Versuche folgten den im 2. Abschnitt dargestellten nach einem halben Jahr. Jede Versuchsreihe war von der anderen durch eine Ruhepause von 8 bis 14 Tagen getrennt.

§ 49. Nach Tabelle 9 geht mit zunehmender Abweichung der Hände von der Grundstellung (III) der Einheitseindruck bei allen Vpn. schließlich verloren. Bei gegenüberstehenden Handflächen (III) ist bei der langsameren Frequenz von allen Vpn. ausgesprochener Einheitseindruck festgestellt worden. Bei Drehung nach oben und unten nimmt die Deutlichkeit des Einheitseindruckes ab. Während aber bei Stellung II noch überall und sogar bei I vorwiegend Einheitseindruck vorhanden ist, ist die Bewegung bei Stellung IV bei manchen und bei Stellung V bei den meisten Vpn. bereits in den Grenzbereich eingetreten. Daß bei Drehung der Handflächen nach unten der Einheitseindruck schneller verloren geht als bei Drehung nach oben, wird noch deutlicher bei den schnelleren Frequenzen.

Diese Asymmetrie hängt sichtlich zusammen mit der Asymmetrie der Formen, die die Bewegungsbahn während der Variation der Orientierung der Hautflächen annimmt. Die Beeinträchtigung erscheint daraus verständlich, daß durch den „Auftrieb" die Bewegung bei nach unten geneigten Händen stärker aus der Richtung des Einfallslotes abgedrängt wird. Freilich ist es bei dieser Deutung verwunderlich, daß die Asymmetrie bei Geburtsblinden, obwohl sie über eine Bewegungsbahn überhaupt nichts aussagen können, genau dieselbe ist wie bei den Sehenden (vgl. oben § 10.)

Bei schnelleren Frequenzen schränkt sich der Einheitseindruck immer mehr auf die „Gerad-Stellung" (III) ein. Auch die Deutlichkeit des Einheitseindruckes läßt nach. Reiner Einheitseindruck ist schließlich — wenn überhaupt — nur noch bei Stellung III vorhanden.

Für sehende wie für geburtsblinde Vpn. ist der Einfluß der Orientierung der Handflächen auf die Ausbildung des Einheits-



oder Zweiheitsbereichs derselbe. In bezug auf die Form der Bewegungsbahn unterscheiden sich die Geburtsblinden von den sehenden Vpn. (wie auch sonst) dadurch, daß bei jenen nur geradliniger Übergang vorkommt, wenn überhaupt Angaben über die Form der Bewegungsbahn gemacht werden.

Kapitel VII: Versuche mit „Hindernissen", die auf den Scheinbewegungsweg gebracht werden.

§ 50. In § 16 haben wir darauf hingewiesen, daß bei sonst günstigen Bedingungen der Einheitseindruck zerstört wird, wenn umfangreichere Teile des Körpers der Vp. in den Raum gebracht werden, in dem die Scheinbewegung vor sich geht. Die theoretische Bedeutsamkeit dieser Beobachtung veranlaßte uns zu ausführlicheren Versuchen, die mit zweierlei Hindernissen durchgeführt wurden:

a) mit Eigenhindernissen, d. h. umfangreicheren eigenen Körperteilen der Vp. (Kopf, Rumpf, Knie, beide übereinandergeschlagenen Kniee); b) mit Fremdhindernissen (Holzwand, Kiste u. dgl.).

Die Versuche folgten den im 2. Abschnitt mitgeteilten aus bekannten Gründen nach einem halben Jahr. Zwischen den einzelnen Versuchen lag eine Pause von 10 Tagen.

1. Abschnitt: Versuche mit Eigenhindernissen.

§ 51. Die Hände der Vp. standen stets in Grundstellung mit einander zugekehrten Flächen; berührt wurden die Daumenballen. Der Abstand war während einer Versuchsreihe immer konstant. Die Augen der Vp. waren stets geschlossen. Die benutzten Frequenzen richteten sich nach dem Abstand der Hände, der sich dem jeweils gegebenen Hindernisse anpaßte. Sie mußten so gewählt werden, daß in den Vergleichsstellungen ohne Hindernis klarer Einheitseindruck, d. h. bei den Sehenden durchgehende Bewegung gegeben war[1]). Die Zahl der Schläge betrug jeweils drei bis vier Paar. Zwischen den verschiedenen Stellungen wurde regelmäßig eine kurze Ruhepause eingeschoben.

Bei Kopf und Knie wurde die gegenseitige Lage von Berührungsstelle und Hindernis auf zweierlei Weisen variiert: In der einen Versuchsgruppe nahmen die Hände beiderseits des

---

[1]) Natürlich sind nur solche Vpn. brauchbar, die bei dieser Kombination von Abstand und Frequenz im Grundversuch Einheit hatten.



ruhenden Hindernisses verschiedene Stellungen ein, in der zweiten wurde das Hindernis in verschiedene Stellungen zwischen die ruhenden Hände gebracht.

§ 52. Versuche mit dem Kopf als Hindernis: Variiert wurde die Stellung der Hände. Der Abstand derselben betrug stets 40 cm. Die Frequenz war zunächst stets 150/Min (t = 0,4 sec). Es wurde mit acht Vpn., darunter drei Geburtsblinden, gearbeitet.

a) Zunächst wurden die Hände so gestellt, daß sie sich mit einander zugekehrten Handflächen vor dem Kopf befanden. Dabei waren die Ellenbogen aufgestützt. (Vergleichsstellung 1.) Sämtliche Vpn. konnten Einheitseindruck feststellen. Von den sehenden Vpn. wurde annähernd geradliniger Übergang in Nasenhöhe beobachtet.

b) Es folgte nun die Hauptstellung, in der sich die Hände beiderseits der Ohren befanden. Die Vpn. stellten ausnahmslos klare Zweiheit fest.

c) Bei der Vergleichsstellung 2 befanden sich die Hände hinter dem Kopf. Alle Vpn. hatten Einheitseindruck. Bei den sehenden Vpn. ging die Bewegung fast geradlinig hinter dem Kopf vorbei.

Bei Wiederholung des Versuchs mit der Frequenz 110/Min. (t = 0,55 sec) war das Ergebnis in den Vergleichsstellungen dasselbe. Bei der Hauptstellung (Kopf zwischen den Händen) meldeten von unseren sehenden Vpn. zwei Scheinbewegung, und zwar verlief sie im Bogen über den Kopf als „Tunnelphänomen". Bei den sehenden Vpn. Mor. und Mho. bildete sich die Bewegungsbahn bei jener vor dem Kopf mit dem Kulminationspunkt in Augenhöhe, bei dieser hinter dem Kopf mit ebenfalls etwas höher gelegenem Kulminationspunkt aus. Diese beiden Vpn., die sich im Grundversuch durch große Einheitsbereiche auszeichneten, beobachteten eine geschlossene Bogenbewegung; d. h. bei längerer Zeitspanne kann das Hindernis eher umgangen werden.

Bei den geburtsblinden Vpn. blieb auch bei dieser Frequenz in der Hauptstellung Zweiheitseindruck bestehen. Wir gingen daher bei den geburtsblinden Vpn. mit der Frequenz der Schläge noch auf 75/Min. (t = 0,8 sec) herab, jedoch konnte Einheitseindruck in der Hauptstellung nie erreicht werden; d. h. das Hindernis ist bei den Geburtsblinden wirksamer.

In der zweiten Versuchsgruppe mit dem Kopf der Vp. als Hindernis ruhten die Hände im Abstand von 30 cm auf dem



beschriebenen Stativ einander zugekehrt; der Kopf der Vp. dagegen wurde in den Raum zwischen die Hände bewegt. Es wurde mit der Frequenz 110/Min. (t = 0,55 sec) gearbeitet, und zwar mit denselben Versuchspersonen wie in dem soeben beschriebenen Versuch.

Das Ergebnis dieses Versuchs deckt sich völlig mit dem eben geschilderten. Zwei sehende Vpn., dieselben wie vorhin, meldeten bei der Hauptstellung Scheinbewegung, die über dem Kopf als „Tunnelphänomen“ verlief. Die Vpn. Mor. und Mho. konnten durchgehende Scheinbewegung feststellen. Bei den Geburtsblinden dagegen fehlte in der Hauptstellung jeglicher Einheitseindruck. In beiden Vergleichsstellungen wurde dagegen von allen Vpn. Einheit beobachtet.

§ 53. Im nächsten Versuch diente der Körper in der Gegend des Beckens als Hindernis der Bewegung. Die Zahl der Vpn. entsprach der in den schon beschriebenen Versuchen. Der Abstand der Hände war jetzt 50 cm. Die Vp. stand frei. In der ersten Vergleichsstellung hielt sie ihre Hände bei ausgestreckten Armen etwas vor ihre Front. Bei der Frequenz 110/Min. (t = 0,55 sec) hatten alle Vpn. bei dieser Stellung Einheitseindruck. Die Bewegung, die die sehenden Vpn. beobachten konnten, verlief flach im nach oben orientierten Bogen vor der Front dieser Vpn.

In der Hauptstellung ließ die Vp. locker die Hände hängen. Keine Vp. konnte Scheinbewegung bzw. Einheit beobachten. Streckten die Vpn. nun die Arme hinter sich (Vergleichsstellung 2), so hatten sie wieder Einheitseindruck. Die Bewegung verlief fast geradlinig im Rücken der sehenden Vpn.

Über die Orientierung der Ebene, in der der Bogen sich spannte, wurden verschiedene Aussagen gemacht. Trotz der Schwierigkeiten der Beschreibung konnte festgestellt werden, daß der Bogen niemals nach vorn, also auf die Vp. zu, oder nach unten orientiert war.

Übrigens zeigt gerade dieser Versuch recht schön, daß physische Ermüdung durch die bei bestimmten Armstellungen stärkere Anspannung der Muskulatur das Ergebnis nicht wesentlich beeinflußt: Gerade bei den Armstellungen in den beiden Vergleichsstellungen, bei denen die Armmuskulatur angespannt ist, hatten alle Vpn. Einheitseindruck, einige sogar gute Bogenbewegung, während bei locker herabhängenden Armen in der Hauptstellung für alle sehenden und blinden Vpn. Zweiheitseindruck entstand.



Derselbe Versuch ergab mit der Frequenz 75/Min. (t = 0,8 sec) nur Aussagen über die langsamere Aufeinanderfolge der Berührungen und eventuell die langsamere Bewegung des „Etwas". Auch bei Vpn. mit besonders großem Einheitsbereich im Grundversuch kam in der Hauptstellung kein Einheitseindruck mehr zustande. Umfangreichere Körperpartien können also anscheinend von der Scheinbewegung nicht umgangen werden.

§ 54. In einer dritten Versuchsanordnung wurden als Hindernis die beiden übereinandergeschlagenen Kniee der Vp. benutzt. Die Vp., die auf einem Stuhl Platz genommen hatte, schlug das rechte über das linke Knie. Die einander zugekehrten Hände hatten einen Abstand von 20 cm. Die Frequenz betrug zunächst 150/Min. (t = 0,4 sec). Es wurde mit denselben Vpn. wie in den schon beschriebenen Versuchen gearbeitet.

In der ersten Vergleichsstellung wurden die Hände über das rechte Knie gehalten. Alle Vpn. hatten Einheits- bzw. Bewegungseindruck.

Nach einer Ruhepause, in der die Vp. die Hände in den Schoß zu legen hatte, wurden die Hände so gehalten, daß sie sich rechts und links des rechten Knies befanden (1. Hauptstellung).

Die geburtsblinde Pf. Ae. meldete zwei getrennte Berührungen. Die geburtsblinde Pf. E. war im Zweifel. Alle anderen Vpn. — auch die geburtsblinden Fi. M. und Fi. Fr. — hatten noch Einheitseindruck. Von unseren sehenden Vpn. beobachteten Mho. und Gru. optimale Bewegung, während bei den anderen Vpn. der Bogen labiler, oft nur zwei lange Zipfel gegeben waren.

Senkten die Vpn. die Hände tiefer, so daß sie in Höhe des Rückens des linken Knies standen (2. Hauptstellung), so beobachteten sie alle deutlich zwei getrennte Berührungen. Einheitseindruck war auch nicht mehr durch subjektive Einstellung zu erzielen.

In der zweiten Vergleichsstellung, bei der sich die einander zugekehrten Hände unterhalb der linken Kniekehle befanden, stellte sich bei allen Vpn. wieder Einheitseindruck ein.

Bei der langsameren Frequenz von 110/Min. (t = 0,55 sec) war in der ersten Hauptstellung (Hände rechts und links des rechten Knies) der Einheitseindruck allgemein, auch die Vp. Pf. Ae., die bei höheren Frequenzen als einzige deutlich Zweiheit erlebt hatte, schwankte jetzt wenigstens zwischen Einheit und Zweiheit.



Bei der 2. Hauptstellung (Hände rechts und links in der Höhe des Rückens des linken Knies) hatte die Mehrzahl der Vpn. auch diesmal Zweiheitseindruck; nur Vp. Mho. konnte noch Bogenbewegung als „Tunnelphänomen“ beobachten.

In einem weiteren Versuch, der allerdings nur mit vier sehenden Vpn. durchgeführt wurde, ruhten die gegeneinander gekehrten Hände im Abstand von 20 cm und das linke Knie wurde in den Bewegungsraum eingeführt. Das Hindernis war also nur halb so breit wie im vorigen Versuch. Das linke Bein war durch eine Fußbank gestützt. Die Berührungen erfolgten zunächst mit der Frequenz von 150/Min. (t = 0,4 sec). Wir führen als Beispiel die Beobachtung der Vp. Gru. an, die im Grundversuch einen großen Einheitsbereich aufwies. Die Vp. hatte jetzt auch in der Hauptstellung (Hände recht und links des linken Knies) Einheitseindruck. Sie sprach von zwei langen Zipfeln. Vergrößerten wir die Frequenz auf 300/Min. (t = 0,2 sec), so ging der Einheitseindruck verloren. Bei Verkleinerung der Frequenz auf 75/Min. (t = 0,8 sec) bildete sich ein Bogen aus, der parallel zur Front der Vp. über den Rücken des Knies verlief. Ähnliche Beobachtungen machten die anderen Vpn.

§ 55. Allgemein ist zu sagen: Wenn trotz eines „Eigenhindernisses“ Bewegung bzw. Einheitseindruck zustande kommt, so nur unter Umgehung des Hindernisses. Niemals ging die Bogenbewegung durch einen Teil des eigenen Körpers, sei er auch noch so wenig umfangreich oder dünn.

Es sei an dieser Stelle auf eine Beobachtung hingewiesen, die unsere Vp. Mor. im Versuch mit Variation der Orientierung der Handflächen (vgl. 2. Abschnitt) machte: Bei geringem Abstand der Hände (20 cm) und langsamer Frequenz (75—110 je Minute) hatte unsere Vp. gelegentlich noch bei extrem voneinander abgewandten Handflächen (Stellung VII, Tabelle 9) Einheitseindruck. Die Bewegung ging aber nicht durch die Hände, was ausdrücklich bemerkt wurde, sondern unten herum (⟶ D   (⟵). Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, kam bei der Vp. Mor. Bogenbewegung nach unten vor.

2. Abschnitt: Versuche mit Fremdbehinderung

§ 56. Angeregt durch optische Scheinbewegungsversuche, bei denen man beobachtete, daß eine zwischen beiden punktförmigen Lichtquellen aufgestellte Wand den Bewegungseindruck auch dann nicht zu zerstören vermag, wenn die Vp. diese Wand berühren darf, haben wir schließlich analoge taktile Scheinbewegungsversuche durchgeführt.



In die Mitte des Bewegungsraumes zwischen den einander im Abstand von 30 cm zugewandten Händen wurde eine Wand (50 · 10 · 30 cm) gebaut. Die Berührungen erfolgten in der bekannten Art mit der Frequenz 150 je Minute (t = 0,4 sec). Die Augen der sehenden Vpn. waren auch bei diesem Versuch geschlossen, die Vpn. *wußten* also nur von dem Vorhandensein des Hindernisses. Alle vier an den Versuchen teilnehmenden Vpn. hatten Einheitseindruck. Unseren sehenden Vpn. war die Bewegung sogar im optimalen Stadium gegeben. Bei Frequenz- und Abstandsvariationen deckten sich die Bereiche mit denen im Grundversuch. Das Hindernis übte also *keinen Einfluß auf die Bewegung* aus. Das konnte freilich damit zusammenhängen, daß das Vorhandensein der Wand im Augenblick des Versuches nur „gewußt" war. Wir unternahmen daher folgende Variationen bei im übrigen konstanten Bedingungen:

1. Einen weiteren Versuch, in dem die Vp. die Augen geöffnet hielt, also die Zwischenwand sah, ihre Hände und die des Vls. jedoch durch Schirme abgedeckt waren; hierbei wurde die Bewegung durch die Wand ebenfalls nicht behindert. Dieser Versuch wurde allerdings nur mit einer geschulten und drei ungeschulten Vpn. durchgeführt.

2. In einem neuen Versuch, in dem die Wand die Brust der Vp. berührte, und diese ihre Augen geschlossen hielt, wurde die Bewegung auch so bei keiner Vp. durch die Wand behindert.

§ 57. Fassen wir kurz das Ergebnis der Versuche des 3. Abschnittes zusammen:

1. Scheinbewegung bzw. Einheitseindruck wird behindert oder kommt überhaupt nicht zustande, wenn auf der Bewegungsbahn zwischen den berührten Hautstellen, bei günstigem Abstand derselben, ein Teil des Körpers der Vp. liegt.

2. Je umfangreicher das Hindernis ist, desto größer ist die Beeinträchtigung des Phänomens. Ist der behindernde Körperteil weniger umfangreich, so vermag die Bewegung ihn zu umgehen, vorausgesetzt, daß genügend Zeit zur Verfügung steht.

3. Subjektive Einstellung auf Einheit bleibt in diesen Versuchen bei ausgesprochenem Zweiheitseindruck ohne Wirkung. Ist das Hindernis auf der Bewegungsbahn nicht allzu ausgedehnt, und sind die anderen Versuchsbedingungen für das Zustandekommen der Scheinbewegung günstig, so vermag subjektive Einstellung Einheitseindruck hervorzurufen.



4. Ermüdung durch Anspannung der Armmuskulatur bei den verschiedenen Handstellungen kann zur Erklärung des hier beschriebenen Phänomens nicht herangezogen werden.

5. Ein Durchschlagen der Scheinbewegung durch besonders dünne Körperteile, wie z. B. der Hände, ist von uns, im Gegensatz zu Galli[1]), niemals beobachtet worden. Wohl trat bei einer Vp. bei extrem ungünstiger Handstellung, aber günstigen anderen Versuchsbedingungen, ein Umgehen der Hindernisse auf.

6. Fremdhindernisse, seien sie nun vorstellungs- oder wahrnehmungsmäßig gegenwärtig, beeinflussen die Scheinbewegung nicht.

7. Alle Ergebnisse, mit Ausnahme der die Bewegungsbahn betreffenden, sind bei geburtsblinden wie bei sehenden Vpn. zu erzielen.

D. Theoretische Erörterungen und Zusammenfassung

§ 58. Diese Arbeit, deren Versuchsfrage durch die theoretische Forderung des psychophysischen Parallelismus, daß phänomenalen Größenverhältnissen zentralphysiologische entsprechen müssen, gestellt wurde, bediente sich zur Nachprüfung diesbezüglicher Ergebnisse verschiedener Arbeiten der letzten Jahre aus eingangs erwähnten Gründen eines Phänomens aus dem Gebiet der Berührungsempfindungen und zwar zunächst der stroboskopischen Bewegung.

Es wurde mit sehenden *und* geburtsblinden Vpn., also auch mit solchen, die nie eine optische Vorstellung besessen haben, gearbeitet. Wir wollten mit dieser Maßnahme einem möglichen Einwand begegnen, der versuchen würde, das kritische Phänomen als aus der optischen Vorstellungswelt entlehnt zu erklären. In diesem Fall wäre es nicht sicher, ob unsere Versuche irgend etwas über die schon vorliegenden optischen Untersuchungen hinaus beweisen könnten.

Wir fanden bei unseren Experimenten, daß blindgeborene und sehende Vpn. wesentliche Resultate gemeinsam haben. Diese Feststellung besagt, daß das taktil-motorische Gebiet im Hinblick auf entscheidende Eigenschaften dieser Resultate autonom ist. Die Ergebnisse unserer Untersuchung besitzen daher in bezug auf den psychophysischen Ansatz tatsächlich selbständigen Beweiswert, denn sie stützen sich nur auf die den Sehenden und Blinden gemeinsame Charakteristik, nämlich den „Einheitsein-

[1]) Vgl. Lit.-Verz. 4 S. 155 ff.



druck“ des berührenden „Etwas“ und die Richtungsbezogenheit der Berührungen[1]).

§ 59. Als Hauptergebnis unserer Experimente stellen wir fest, daß die primären Entstehungsbedingungen, als da sind: Abstand der Berührungsstellen, Orientierung der berührten Hautflächen und Beschaffenheit des Gebietes zwischen den Berührungsstellen[2]) Bedingungen rein phänomenaler Natur sind, daß also das Auftreten des taktilen „Einheitserlebnisses“ einschließlich der Scheinbewegung nicht von der peripher anatomischen, sondern der anschaulichen, erlebten Konstellation der Berührungen abhängig ist.

Das würde besagen, daß die Struktur des zentralphysiologischen Korrelats des eigenen Körpers in gewissen Grenzen mit den anschaulichen Verhältnissen übereinstimmt, also nicht festgelegt, sondern je nach den anschaulichen Verhältnissen wandelbar ist[3]). Man darf dabei natürlich nie vergessen, daß die Abstände der räumlich auseinanderliegenden physiologischen Prozesse in funktionellen und nicht in geometrischen Koordinaten zu messen sind[4]).

Daraus ergeben sich grundsätzlich zwei theoretische Möglichkeiten: Erstens können wir annehmen, daß die Lage der physiologischen Korrelate der Körperglieder relativ zum Substrat des zentralen Feldes veränderlich ist. Sie müßte bei Berücksichtigung der richtigen Koordinaten im wachen Zustand stets angenähert der objektiven Haltung des Körpers entsprechen.

Zweitens kann man annehmen, daß die Korrelate der Körperextremitäten im zentralen Feld an bestimmten Orten unbeweglich verankert sind, wodurch sich eine einfachere Beziehung zu den Versuchsergebnissen von Redslob ergeben würde. Dann müßte man folgern, daß jede Änderung der phänomenalen Abstandsverhältnisse begleitet ist von einer entsprechenden Änderung der

---

[1]) Vgl, hierzu: Lit.-Verz. 7 § 245, 246.

[2]) Inwieweit zwischen dem erlebten und dem physikalischen Intervall wirksame Abweichungen bestehen, wurde in dieser Arbeit nicht untersucht. Es sei auf die Äußerung Benussis zu diesem Thema verwiesen: Lit.-Verz. 2 S. 98 ff.

[3]) Nach Abschluß dieser Untersuchung liegt eine Arbeit von Redslob vor, die zur Bestreitung einer gemeinsamen Variation anschaulicher und zentralphysiologischer Raumgrößen gelangt. Doch lassen diese Ergebnisse auch eine andere Deutung zu, die nicht für eine ausschließliche Gebundenheit der fraglichen Prozeßbereiche an die Ausdehnung auf der Sinnesfläche spricht. Vgl. Lit.-Verz. 14 S. 236 f.

[4]) Vgl. Lit.-Verz. 7, Abschn. IV, 1. Kapitel.



dynamischen Struktur des zentralen Feldes, analog einer Vergrößerung oder Verkleinerung der „Widerstandsstrecken" in einem Leiternetz, die ja ebensogut wie durch Änderung der Leiter-Längen auch durch Änderungen am Leitungsmaterial zustande kommen können. Der Verringerung des anschaulichen Abstandes müßte dabei eine Herabsetzung, der Vergrößerung eine Steigerung des „Widerstandes" zwischen den zentralen Erregungsstellen der taktilen Erregung entsprechen, so daß bei gleichen Reizstellen im einen Fall eine bestimmte Art der Wechselwirkung zwischen den beiden Erregungen möglich wäre, im zweiten dagegen nicht. Diese Hypothese würde dem psychophysischen Ansatz Köhlers, daß der Struktur des phänomenalen Raumes die reale Struktur des zentralen Feldes entsprechen soll, grundsätzlich ebenso genügen wie die andere. Jedoch würden verschiedene Versuchsergebnisse, unter anderem der Einfluß der Orientierung und die Behinderung der Scheinbewegung durch das Körperkorrelat, bei Zugrundelegung dieser Hypothese, soviel wir bisher sehen können, sehr umständliche Hilfsannahmen erfordern. Wir glauben ihr daher kein theoretisches Gewicht zusprechen zu müssen, solange nicht die erste Annahme infolge anderweitiger Versuchsergebnisse unhaltbar wird.

§ 60. Übrigens ist die Annahme der Verschiebbarkeit der Korrelate im anatomischen Substrat überall dort gar nicht zu umgehen, wo die eigenen Glieder nicht bloß „gespürt", sondern zugleich gesehen werden, wobei sie doch die verschiedensten Plätze im Sehraum einnehmen. Bei der aus vielen Gründen zu fordernden räumlichen Deckung der unmittelbaren optischen und propriozeptiven Erregungsgrundlagen des eigenen anschaulichen Körpers muß die Verschiebbarkeit in diesem Fall auch für die letzteren bestehen.

Wenn nun die bei Ausschluß des Gesichts und sogar beim völligen Fehlen optischer Funktionen vorgenommenen Änderungen der Körperhaltung funktionale Wirkungen haben, die ganz den Raumverlagerungen der Korrelate entsprechen, die bei den gesehenen Gliedern unbedingt anzunehmen sind, so folgt, daß dieselben Verschiebungen der Glied-Korrelate im anatomischen Substrat auch durch die zugehörigen kinaesthetischen Erregungen allein veranlaßt werden können. Daß es uns zur Zeit Schwierigkeiten macht zu verstehen, wie kinaesthetische Erregungen solche Verschiebungen der Glied-Korrelate bewirken können, während



dies für die optischen ganz einfach ist, darf uns nicht davon abhalten, diese Annahme zur Diskussion zu stellen.

§ 61. In unseren entscheidenden Versuchen vollzieht sich taktile Scheinbewegung derart, daß ein „Etwas“ zwischen beiden Berührungspunkten „durch die Luft“ schwingt: Ein ausschließlich durch Berührungen hervorgerufener Wahrnehmungsinhalt wird, wenn auch nur vorübergehend, deutlich als völlig abgelöst von der Sinnesfläche erlebt. Im zentralen Tastfeld muß es also Gebiete geben, in denen bestimmte Erregungszustände durch taktile Einzelreize direkt weder hervorgerufen noch unterhalten werden können, wohl aber durch Reizmehrheiten, die in bestimmter Weise auf ihrem „Rand“ verteilt sind. Ob solche Erregungsprozesse in dem Bereich zwischen den zentralen Korrelaten der Berührungspunkte zustandekommen, bestimmt sich nach den Abstandsverhältnissen im phänomenalen Raum.

Auf Grund unserer Versuche sind wir in der Lage, einiges zur Frage nach dem Tastraum blinder Vpn. beizutragen. Auch bei ihnen spielt die „Luftlinie“ zwischen den Berührungsstellen eine entscheidende Rolle. Ihr Raum muß also ähnlich strukturiert sein wie der sehender Vpn., d. h. das Erlebnis des eigenen Körpers und seiner nächsten Umgebung — also das Erlebnis des kleinen Tastraumes — ist dem entsprechenden Erlebnis sehender Vpn. in wesentlichen Eigenschaften gleichwertig.

Der entscheidende Unterschied scheint zu sein, daß die anschaulichen Vorgänge im Umraum, und zwar auch die durch taktile Reize hervorgerufenen, bei den Blinden weniger bestimmt und irgendwie substanzärmer bzw. weniger kompakt sind. Wenn man versucht, sich den Unterschied durch einen Vergleich klarzumachen, so entspricht das Einheitserlebnis des Sehenden dem Fall des Balles, den ein Spieler dem anderen zuwirft; das des Geburtsblinden mehr dem des Wassers, das aus dem Kochtopf verdampft und sich auf der Fensterscheibe niederschlägt oder auch dem des Lichtquants, das von einem Punkt in den Raum strahlt und plötzlich an einem anderen Punkt wieder da ist.

Zu diesem viel größeren Unterschied der Kompaktheit oder Dichte, der bei Blinden zwischen dem anschaulichen Körper und den etwaigen anschaulichen Vorgängen im Umraum angenommen werden muß, paßt es auch aufs beste, daß der eigene Körper für ihre Einheitserlebnisse ein viel stärkeres Hindernis darstellt als für die Bewegungserlebnisse der Sehenden.



Zusammenfassung

Taktile Scheinbewegung kommt nicht nur bei Reizung zweier auf demselben Körperteil (Arm, Bein, Rücken) nahe beieinanderliegender Punkte zustande, sondern auch dann, wenn beide Reize auf ganz entfernten Gliedern des Körpers einer Vp. lokalisiert sind.

Da sich bei solchen Scheinbewegungsversuchen anatomische und phänomenale Abstandsverhältnisse besonders gut unabhängig variieren lassen, wurde diese Methode benutzt, um den psychophysischen Ansatz KÖHLERS, daß den anschaulichen Größenverhältnissen reale zentralphysiologische Prozesse entsprechender Ausdehnung zugeordnet sind, erneut zu stützen.

Die Versuche wurden mit sehenden und blinden, darunter mehreren geburtsblinden Vpn. durchgeführt. Obgleich die Erlebnisse der Blinden ärmer sind, stimmen die Wirkungen der Variation der verschiedenen anschaulichen Faktoren bei beiden Versuchspersonengruppen durchaus überein.

Es zeigte sich, daß tatsächlich phänomenale Versuchsbedingungen wie der Abstand der Berührungspunkte, die Orientierung der von den Berührungen getroffenen Hautflächen im phänomenalen Raum, die Beschaffenheit der Gegend, die das hin und her pendelnde „Etwas“ im anschaulichen Raum zu durchqueren hat, von entscheidender Bedeutung für die Konstitution taktiler Scheinbewegung bzw. des ihr bei Geburtsblinden entsprechenden Einheitseindruckes sind.

Aus diesen Beobachtungen wurden für die Theorie des taktilmotorischen Umraumes Folgerungen gezogen.

Literaturverzeichnis

1. BECKER, Über taktilmotorische Figurwahrnehmung. Psychol. Forschung **21** (1935). — 2. BENUSSI, Versuche zur Analyse taktil erweckter Scheinbewegung (kinematohaptischer Erscheinungen) nach ihren äußeren Bedingungen und ihren Beziehungen zu den parallelen optischen Phänomenen. Arch. f. d. ges. Psychol. **36** (1917). — 3. BURTT, Tactual illusions of movement. J. Exper. Psychol 1917, **2**. — 4. GALLI, Über mittelst verschiedener Sinnesreize erweckte Wahrnehmung von Scheinbewegungen. Arch. f. d. ges. Psychol. **85** (1932). — 5. GELB u. GOLDSTEIN, Psychologische Analysen hirnpathologischer Fälle. 1920. — 6. JACOBS, Über den Einfluß des phänomenalen Abstandes auf die Unterschiedsschwelle für Helligkeiten. Psychol. Forschung **18** (1933). — 7. KÖHLER, Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand. Braunschweig 1920. — 8. KÖHLER, Psychologische Probleme. Berlin 1933. — 9. KORTE, Kinematoskopische Untersuchungen. Zsch. f. Psychol. **72** (1915). — 10. MADLUNG, Über anschauliche und funktionelle Nachbarschaft von Tasteindrücken. Psychol. Forschung **19** (1934). — 11. METZGER, Optische Untersuchungen am Ganzfeld II. Zur Phänomenologie des homogenen Ganz-



feldes. Psychol. Forschung **13** (1930). — 12. NEUHAUS, Taktile Scheinbewegung. Arch. f. d. ges. Psychol. **83** (1932). — 13. OGASAWARA, Über den Einfluß des phänomenalen Abstandes auf das Auftreten von Beta-Bewegung. Jap. J. Psychol. XI/2 (1936). — 14. REDSLOB, Über Sättigung gesehener Bewegungsrichtungen. Psychol. Forschung **22** (1938). — 15. RENQVIST, Über Zuordnung von Bewegung und Bewegungswahrnehmung. Psychol. Forschung **14** (1931). — 15 a. SANDER-MAASS, Über den Einfluß akustischer Rhythmen auf optische Bewegungsgestalten. Arch. Psychol. **100** (1938). — 16. SPIEGEL, Über den Einfluß des Zwischenfeldes auf gesehene Abstände. Psychol. Forschung **21** (1937). — 17. VAN DER WAALS u. ROELOFS, Optische Scheinbewegung. Zsch. f. Psychol. **114** (1930) und **115** (1930). — 18. v. SKRAMLIK, Psychophysiologie des Tastsinnes. Erg.-Bd. 4. Arch. f. d. ges. Psychol. Leipzig 1937. — 19. WERTHEIMER, Untersuchung über das Sehen von Bewegung. Zsch. f. Psychol. **61** (1912). — 20. ZIETZ u. WERNER, Über die dynamische Struktur der Bewegung. Zsch. f. Psychol. **105** (1928).

(Eingegangen am 3. Mai 1939)



